LOS HOMBRES de la historia

37

la Historia Universal
a través de
sus protagonistas

Galileo

Centro Editor de
América Latina



Paolo Rossi

LOS HOMBRES de la historia

A principios del siglo XVII, la teoría física adquiere un rango distinto y el gran nombre en este campo es el de Galileo que sitúa el nuevo lenguaje matemático en un universo todavía desconocido en su masa pero ya libre de toda ocupación mítica.
La preocupación básica de Galileo fue la de establecer, mediante la experiencia, relaciones inteligibles en lenguaje cifrado, entre los diversos factores en juego. Esta exigencia le permitió obtener cierto número de resultados precisos, fuera de presupuestos mágicos, naturalistas o teológicos y su gran mérito fue asociar matemáticas y experiencia para fundar la ciencia cuantitativa moderna.
En el campo de la astronomía, su obra científica se apoyó en el uso del telescopio que le permitió realizar observaciones precisas del sistema solar al que se limitaba el universo de aquel tiempo. Durante los últimos años del siglo XVI y primeros del XVII, Galileo multiplicó los descubrimientos: relieve y fases de la luna, fases de Venus, manchas solares, satélites de Júpiter.
Estos hechos, al par que completaban los trabajos de Copérnico y Képler, destruyeron el esquema astrobiológico que, por milenios, dominó la imaginación metafísica de los hombres.
Los astros pierden su divinidad; el espacio mítico del cielo se transforma en un espacio físico en el que las revoluciones siderales corresponden al devenir de un sistema mecánico cuyos movimientos se pueden calcular con precisión.
Galileo demuestra además la unidad de la mecánica celeste y de la mecánica terrestre: los mismos principios, las mismas leyes rigen en la tierra como en el cielo. El espacio se convierte en un lugar geométrico; la nueva estática y la dinámica explican las causas del reposo o del movimiento y los desplazamientos recíprocos de todos los cuerpos. A partir de Galileo, el sistema del mundo, despojado de sus atributos sobrenaturales será el objeto de una ciencia rigurosa cuya posibilidad, más que la ciencia misma, fue su gran aporte. Porque, si bien, la ciencia moderna no surgió completa y terminada de su obra, él fue su gran inspirador al definir ciertos elementos que dejaron abiertas las vías y medios de todo conocimiento positivo.
Nació en Pisa en 1564; murió en 1642.

Títulos ya publicados y que completan volúmenes de esta colección:

El siglo XIX: Las revoluciones nacionales (*) Lincoln, Darwin, Courbet, Dostoievski, Nietzsche, Wagner.

El siglo XIX: La revolución industrial (*) Freud, Van Gogh, León XIII, Ford, Tolstoi, Bismark.

El mundo contemporáneo (*) Churchill, Einstein, Lenin, Gandhi, Hitler, García Lorca, Stalin, Picasso

---

Esta obra ha sido publicada originalmente en Italia por Compagnia Edizioni Internazionali S.p.A. - Roma Milán.
Director Responsable: Pasquale Buccomino
Director Editorial: Giorgio Savorelli
Redactores: Lisa Baruffi, Mirella Brini, Ido Martelli, Michele Pacifico.
37. Galileo - Del Humanismo a la Contrarreforma
Este es el segundo fascículo del tomo Del Humanismo a la Contrarreforma.
La lámina de la tapa pertenece a la sección Del Humanismo a la Contrarreforma, del Atlas Iconográfico de la Historia Universal.

Ilustraciones del fascículo Nº 37:
Alinari Florencia: p. 45 (1,2); p. 50 (2).
Arborio Mella, Milán: p. 32 (2); p. 46 (1).
Scala, Florencia: p. 43 (2); p. 55 (1).
Snark International, París: p. 34 (1).
Biblioteca Nazionale Centrale, Florencia: p. 36 (1,2); p. 42 (1); p. 49 (2); p. 50 (1).
Traducción de Oberdan Caletti

Piedras 83 - Buenos Aires
Hecho el depósito de ley
Impreso en la Argentina - Printed in Argentina
Se terminó de imprimir en los talleres gráficos de Sebastián de Amorrortu e Hijos S. A., Luca 2223, Buenos Aires, en febrero de 1969.

Galileo

Paolo Rossi

1564
Nace en Pisa, hijo de Vicente Galilei, comerciante, maestro de canto y teórico de la música, y de Julia Ammannati.

1565
Aparece la obra de Bernardino Telesio *De rerum natura.*

1571
Nacimiento de Kepler.

1572
Publicación del *Álgebra* de R. Bombelli.

1574
La familia Galilei se traslada a Florencia.

1581
El día 5 de setiembre Galileo se inscribe en el Estudio de Pisa, entre los "alumnos artistas", para seguir los cursos de medicina.

1584
Publicación de *Del infinito universo y mundos* de Giordano Bruno. En el verano de este año Galileo comienza sus estudios de matemática bajo la dirección de un discípulo de Nicolás Tartaglia: Ostilio Ricci da Fermo.

1585
Sin haber obtenido ningún título, abandona el Estudio de Pisa. Escribe "a la edad de 21 años", los *Theoremata circa centrum gravitatis solidorum,* primer fruto de sus estudios sobre el pensamiento de Arquímedes.

1586
Publicación del primer tomo de las *Disputationes adversus huius temporis haereticos.* Galileo publica *La bilancetta.*

1588
Publicación del tercer volumen de los *Ensayos* de Montaigne y de los *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* de Tycho Brahe. Galileo entra en correspondencia con Guidobaldo del Monte. Dicta dos conferencias en la Academia florentina, *Acerca de la figura, lugar y grandeza del Infierno* de Dante.

1589
Merced a la intervención de Guidobaldo del Monte, que lo apoya ante el Gran Duque Ferdinando, obtiene la cátedra de matemática en Pisa, con un sueldo de 60 escudos. Pertenecen al período pisano las *Consideraciones sobre Tasso,* el capítulo en *tercera rima Contra la toga* y los manuscritos *De motu.*

1591
Publicación de la *Nova de universis philosophia* de Francisco Patrizi. Durante el verano muere Vicente Galilei. A cargo de Galileo queda su numerosa familia.

1592
Galileo es designado en la cátedra de matemática del Estudio de Padua, donde permanecerá durante dieciocho años.

1592-1593
Escribe la *Breve instrucción para la arquitectura militar,* el *Tratado de fortificación* y las *Mecánicas.*

1597
El 4 de agosto de este año anuncia a Kepler, que le había enviado una copia del *Prodromus dissertationum cosmographicarum* (publicado el año anterior) que era copernicano desde hacía muchos años. En el mismo año compone, para uso de los alumnos, el *Tratado de la esfera o Cosmografía,* que es una exposición del sistema geocéntrico.

1600
Publicación del *Mysterium Cosmographicum* de Kepler y del *De magnete* de William Gilbert. Suplicio de Giordano Bruno en Roma (el 17 de febrero). De la unión de Galileo con la veneciana Marina Gamba nace su hija Virginia (futura sor María Celeste). Al año siguiente nacerá Livia y, en 1606, Vicente. Remontan a este período sus contactos con el ambiente veneciano y sus amistades con Sarpi, Sagredo y Contarini.

1606
Galileo publica *Las operaciones del compás geométrico y militar.*

1607
Escribe la *Defensa contra las calumnias y las imposturas de Baldessar Capra,* quien le promovió un juicio sosteniendo que era el inventor del instrumento.

1609
Publicación de la *Astronomía Nova* de Kepler. Galileo construye el anteojo.

1610
En el mes de enero, entre los días 7 y 13, llega al descubrimiento de los satélites de Júpiter.

1611
Publicación del *Sidereus Nuncius.* Obtiene de Cosme II la autorización para volver a Toscana con el título de Filósofo y Matemático primario del Gran Duque, y de Matemático primario del Estudio de Pisa. En el mes de setiembre se traslada a Florencia.

1612
Publica el *Discurso en torno a las cosas que están sobre el agua.* El 2 de noviembre, el dominico Lorini, en una prédica en la catedral de San Marcos, declara herética la doctrina de Copérnico. Poco después Galileo publica la *Historia y demostraciones en torno a las manchas solares.*

1613
Publicación de la *Disputatio de coëlo* de *César Cremonini.* Es del 21 de diciembre de este año la famosa carta a Benedetto Castelli.

1615
El dominico Lorini denuncia a Galileo ante el Santo Oficio. Publicación de la *Carta* de Pablo Antonio Foscarini. Redacción de las dos cartas a Piero Dini, y de la carta a Madama Cristina de Lorena. En el mes de diciembre Galileo se encuentra en Roma.

1616
Bajo la forma de carta, escribe al cardenal Alejandro Orsini el *Discurso sobre el flujo y reflujo del mar.* El Santo Oficio dicta la condenación de la teoría copernicana (24 de febrero). El 26 de febrero Galileo debe comparecer ante el cardenal Bellarmino. Decreto de la Sagrada Congregación del Índice, por el que prohibe las obras copernicanas (3 de marzo). Durante el mes de junio Galileo regresa a Florencia.

1618
Aparición de tres cometas en la constelación de Escorpión.

1619
Publicación de los *Armonices Mundi* de Kepler y de la *Historia del Concilio de Trento* de Paolo Sarpi. Horacio Grassi publica la *Disputatio astronomica de tribus cometis*. Publicación del *Discurso sobre los cometas* del galileano Mario Guiducci y de la *Libra astronomica ac philosophica* de Grassi.

1620
Publicación del *Novum Organum* de Francis Bacon.

1622
Publicación de la *Apología pro Galileo* de Tommaso Campanella.

1623
Elección del cardenal Maffeo Barberini al pontificado con el nombre de Urbano VIII (el 6 de agosto). Galileo publica el *Saggiatore* y escribe la *Respuesta* a Francisco Ingoli. Comienza la redacción del *Diálogo sobre los dos máximos sistemas.*

1626
Urbano VIII ordena la liberación de Campanella, todavía en la cárcel, y le asigna una pensión.

1628
Publicación del *De motu cordis* de Harvey.

1630
Galileo termina en el mes de enero la redacción del *Diálogo*. Negociaciones para el *imprimatur*. Kepler muere el 15 de noviembre.

1632
El libro, terminado de imprimir en febrero, es secuestrado en julio. En octubre Galileo recibe la orden de presentarse en Roma ante el Comisario de la Inquisición.

1633
Publicación del *Discurso del método* de Descartes. Tras una serie de vacilaciones Galileo se presenta en Roma en el mes de abril. El 22 de junio, con la abjuración, termina el proceso.

1634
En el mes de abril muere su hija predilecta, sor María Celeste.

1635
Publicación de la *Geometría* de Buenaventura Cavalieri.

1638
Se publican en Leyden, Holanda (oficialmente sin conocimiento de Galileo) los *Discursos en torno a dos nuevas ciencias.* Publicación de la *Metafísica* de Campanella.

1642
Galileo muere el 8 de enero. Publicación del *De cive* de Tomás Hobbes.

La abjuración de Galileo

22 de junio del año 1633: en hábitos de penitencia, el septuagenario Galileo Galilei es trasladado de las cárceles romanas del Santo Oficio a la gran sala del convento dominicano de Santa María sobre Minerva. Terminada la lectura de la sentencia, el fundador de la astronomía y de la física modernas se arrodilla ante los cardenales de la Congregación y pronuncia una abjuración pública: "... teniendo ante mi vista los sacrosantos Evangelios, que toco con mis propias manos, juro que siempre he creído, que creo ahora y que, con la ayuda de Dios, creeré en el futuro, todo lo que contiene, predica y enseña la Santa Católica y Apostólica Iglesia. Y puesto que este Santo Oficio, después de haberme intimado jurídicamente con preceptos del mismo que abandonara por completo la falsa opinión de que el sol es el centro del mundo y que no se mueve, y la tierra no es el centro del mundo y se mueve, y que no mantuviera, ni defendiera ni enseñara de ningún modo ni de viva voz ni por escrito esa falsa doctrina, y después de haberme notificado que dicha doctrina es falsa y contraria a la Sagrada Escritura, no obstante eso haber yo escrito y dado a la prensa un libro en el que trato la misma doctrina ya condenada, y aporto razones muy eficaces a favor de ella sin aportar ninguna solución, he sido juzgado con vehemencia sospechoso de herejía, es decir, de haber sostenido y creído que el sol es el centro del mundo e inmóvil y que la tierra no es el centro y se mueve; por lo tanto, queriendo yo quitar de la mente de Vuestras Eminencias y de todos los fieles cristianos esta vehemente sospecha que con toda justicia se me atribuye, con corazón sincero y fe no fingida, abjuro, maldigo y detesto dichos errores y herejías, y en general todo otro error, herejía y secta contraria a la Santa Iglesia; y juro que en el porvenir no diré nunca jamás ni afirmaré, de viva voz ni por escrito, cosas tales por las que se pueda despertar semejantes sospechas de mí; y aun más, si conociere a algún hereje o a algún sospechoso de herejía, lo denunciaré a este Santo Oficio o bien al Inquisidor o al Ordinario del lugar donde me encontrare ..."

Éste era el último acto de una tragedia —que no fue tan sólo la de un hombre—, de una tragedia que había comenzado muchos años antes, cuando en febrero de 1616 el Santo Oficio había declarado "absurda en filosofía y formalmente herética" a la dostrina de Nicolás Copérnico. Sobre las razones de la condena, sobre la actitud asumida por la Iglesia de Roma respecto de Galileo, sobre la lucha que se desató en su interior entre grupos "progresistas" y grupos "reaccionarios", sobre los equívocos que se hallan en la base misma del proceso, sobre la firme voluntad de Galileo de mantenerse fiel hijo de la Iglesia, se han escrito



Retrato de Galileo, del Saggiatore, *Roma, 1623.*

muchísimas páginas, a menudo importantes. Así se ha desvanecido con toda razón la imagen —completamente ahistórica y muy querida a cierta historiografía del siglo xix— de un Galileo libre pensador y positivista *ante litteram*. Pero tampoco han faltado trabajosas tentativas de revaloración y de integral justificación de esas acusaciones y de esa condena que a Galileo le habían parecido manifestaciones "de fraude, de ignorancia, de malicia y de impiedad". Frente a tales tentativas conviene recordar, como se ha hecho recientemente, que el año del nacimiento de Galileo es el año siguiente de la terminación del Concilio de Trento, y que en esos tiempos la censura eclesiástica se esforzó constantemente por impedir la libre circulación de las ideas, engendrando una atmósfera de encierro y de sospecha, prohibiendo o condenando, censurando o sometiendo a revisión los textos más altos y significativos de la cultura italiana y europea: no sólo Boccacio, Erasmo, Maquiavelo y Guicciardini, sino también humanistas como Lorenzo Valla y Ludovico Vives, y aristotélicos como Francisco Zabarella y platónicos como Francisco Patrizi y filósofos como Bernardino Telesio.

En la época del último proceso, Galileo se nos presenta viejo y cansado, como extenuado; se refugia en una serie de compromisos, busca excusas y atenuantes, se enreda en contradicciones, llega incluso a sostener que el *Diálogo sobre los dos máximos sistemas* no estaba dirigido a defender sino a combatir la doctrina copernicana. Pero en los diecisiete años que separan los dos procesos —y aun antes, desde 1597— había sostenido con audacia y con fresca energía una batalla difícil en favor de la razón, de la nueva ciencia y de una nueva visión del mundo. Y no estaba todavía vencido: en sus tristes años de vejez y de aislamiento, sobreponiéndose a la amargura de la humillación, escribió esos *Discursos y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, considerados por muchos como su obra maestra.

El universo de Aristóteles y el de Ptolomeo

Para comprender la posición de Galileo en la historia de la filosofía y de las ciencias, para comprender el significado de su obra, es necesario remontarse brevemente a algunos aspectos fundamentales de ese milenario sistema del mundo a cuya destrucción dio un impulso decisivo. Y hay que remontarse, en primer lugar, a aquella distinción entre *mundo celeste* y *mundo terrestre*, entre *movimientos naturales* y *movimientos violentos*. En la filosofía aristotélica, el mundo sublunar resulta de la mezcla de cuatro elementos simples: tierra, agua, aire y fuego. El peso o la liviandad de un cuerpo dependen de la diferente proporción según la cual los cuatro elementos se encuentran mezclados, pues la tierra y el agua tienen una tendencia natural a ir hacia abajo ,mientras que el fuego y el aire una tendencia natural hacia arriba. Precisamente, de la agitación y de la mezcla de estos cuatro elementos derivan el devenir y la mutación del mundo sublunar. Si los elementos no estuvieran mezclados, tendríamos un universo en reposo: en el centro una esfera de tierra, envuelta por una esfera de agua, circundada a su vez por una esfera de aire, y el todo encerrado en una esfera de fuego. El movimiento natural de un cuerpo pesado está dirigido, pues, *hacia abajo*, mientras que el de un cuerpo liviano, *hacia arriba*: el movimiento rectilíneo hacia arriba o hacia abajo (concebido como absolutos) depende de la tendencia natural de los cuerpos a alcanzar el lugar que les es naturalmente apropiado. La experiencia cotidiana de la caída de un cuerpo en el aire, o del fuego que se eleva hacia arriba, o de las burbujas de aire que flotan en la superficie, parecen confirmar esta teoría. Pero también la experiencia nos pone continuamente frente a otros movimientos: una piedra arrojada a lo alto, una flecha lanzada con el arco, una llama desviada hacia abajo por la fuerza del viento. Estos son los *movimientos violentos*, es decir, los debidos a la acción de una fuerza externa que repugna a la naturaleza del objeto. Cuando esa fuerza cesa, el objeto recupera el lugar que le corresponde.

El mundo terrestre es el mundo del cambio y de la mutación, del nacimiento y de la muerte, de la formación y de la destrucción. En cambio, el cielo es inalterable y perenne, sus movimientos son absolutamente regulares, nada nace ni se corrompe en él, sino que todo es inmutable y eterno. La materia que compone los cuerpos celestes no tiene nada de común con la materia propia del mundo terrestre. Las estrellas, el Sol y los planetas que se mueven sin pausa en torno de la tierra no están formados por los mismos elementos que componen los cuerpos del mundo sublunar, sino por un quinto elemento "divino": el éter, que es sólido, cristalino, incorruptible, imponderable y transparente. Las esferas celestes están compuestas por la misma materia, y en el ecuador de estas esferas rodantes están "fijados" los planetas, el Sol y la Luna.

Al movimiento rectilíneo, disforme y siempre limitado en el tiempo, y que es propio de los cuerpos que se mueven en el mundo terrestre, se contrapone el movimiento circular, uniforme y perenne de las esferas y de los cuerpos celestes. En contraste con el movimiento rectilíneo, el movimiento circular se muestra perfecto y, por lo tanto, adecuado a la naturaleza perfecta de los cielos: no tiene comienzo ni fin, retorna perennemente sobre sí mismo y así prosigue eternamente. El éter, excepción hecha del mundo terrestre, llena enteramente el universo. Y el universo, así limitado por la esfera de las estrellas fijas, es concebido, por consiguiente, como finito. La esfera divina, o móvil primero, trasporta a las estrellas fijas y produce ese movimiento que se trasmite por contacto a las otras esferas y llega hasta la esfera de la luna, que constituye el límite inferior del mundo celeste. En consecuencia, a la tierra no puede pertenecerle, *por naturaleza*, ningún movimiento circular: está colocada, inmóvil, en el centro mismo del universo. Y la tesis de su centralidad e inmovilidad no es marginal: es uno de los fundamentos o pilares de toda la física aristotélica, tanto de la terrestre como de la celeste.

La grandiosa máquina celeste que Aristóteles había teorizado y que fue modificándose y complicándose diversamente en los siglos sucesivos, en realidad no era más que la trasposición sobre el plano de la realidad y de la "física", del modelo, puramente geométrico y abstracto, elaborado por Eudoxio de Cnido en la primera mitad del siglo iv antes de Cristo. Las esferas de las que Eudoxio había hablado no eran, como lo sería después para Aristóteles, entes físicos sólidos y reales, sino incluso ficciones o artificios matemáticos capaces de dar cuenta, mediante una construcción puramente intelectual, de las apariencias sensibles, es decir, capaces de justificar y explicar el mundo de los planetas, de "salvar los fenómenos". Esta contraposición de una astronomía concebida como construcción de hipótesis frente a una astronomía que entiende presentarse como una descripción de hechos reales, tendrá gran importancia, como veremos, también con referencia a Galileo. De todos modos, el divorcio entre la cosmología y la física por un lado, y una astronomía puramente "calculística" y matemática por el otro, fue acentuándose en el mundo antiguo, durante la época que Alejandría de Egipto se constituyó en el centro de la cultura filosófica y científica. La encontramos explícitamente teorizada por el mayor astrónomo de la antigüedad, Claudio Ptolomeo, que vivió en Alejandría en el siglo ii de la era cristiana. Por más de un milenio las obras de Ptolomeo sirven de fundamento al saber astronómico y astrológico: a través de una complicada serie de ingeniosidades, parecen en condiciones de explicar y de calcular los movimientos celestes. El universo, limitado por las esferas de las estrellas fijas, tiene en su centro a la Tierra, inmóvil. Los planetas giran alrededor del centro del universo: pero su comportamiento resulta sumamente curioso. Su distancia de la tierra parece variar, parecen detenerse, volver atrás en el cielo, cambiar de velocidad. Todos estos movimientos deben reducirse a movimientos circulares a fin de mantener firme el principio de la perfecta circularidad de todos los movimientos celestes. Las teorías de los *excéntricos*, de los *epiciclos*, de los *ecuantes* (véanse las figuras 1, 2 y 3 de las páginas

38-39) —las dos primeras remontan a astrónomos griegos anteriores a Ptolomeo— responden precisamente a esta finalidad. Las esferas de Aristóteles eran entes reales, sólidos y cristalinos. Los excéntricos y los epiciclos de Ptolomeo son abstracciones o puras hipótesis, no tienen realidad física. La astronomía es campo de actividad para los matemáticos, no para los físicos. Pero el complicado cuadro del universo que, en su esencia, se mantuvo bien firme en la cultura europea hasta el tiempo de Copérnico, no puede reducirse a las doctrinas que acabamos de recordar. Fue en realidad una cosa muy compleja: una mezcla de física aristotélica y de astronomía ptolomeica, insertadas en una cosmología que se informaba ampliamente en el misticismo de las corrientes neoplatónicas, en las ideas de la astrología y en la teología de los padres de la Iglesia y de los filósofos de la escolástica. Para darse cuenta de esto basta pensar en el universo de Tomás de Aquino (1225-1274) o en el que describe la *Divina Comedia* de Dante (1265-1321), donde se hace corresponder las diversas potencias angélicas a las esferas celestes.

Este universo, fundado en las "correspondencias" y en la escala de las perfecciones, consentía certezas muy firmes. El mundo aparecía rígidamente ordenado según una inmutable jerarquía. El hombre, que con el alma participa en la realidad inteligible e incorpórea, mientras con el cuerpo está integrado en el orden de la naturaleza terrena, se halla insertado en una estructura que es extremadamente complicada, pero que es, al mismo tiempo, sumamente segura. Concebido como la más alta obra de la creación, el hombre ocupa una posición central en el universo. Y el universo en el que vive es concebido como finito. De este cosmos bien ordenado debe ser su espejo la sociedad: la sociedad, cuyos ordenamientos también reflejan la sabiduría y la luz de la razón divina. Este tema, sumamente antiguo, se halla todavía muy vigente en la cultura de la segunda mitad del siglo XVI: "La infinita sabiduría de Dios, que ha diferenciado los varios órdenes de los ángeles, que ha conferido mayor o menor luminosidad y belleza a los cuerpos celestes, que ha establecido las diferencias entre las bestias y los pájaros, ha creado el águila y la mosca, el cedro y el espino, y entre las piedras ha dado el más bello color al rubí y el esplendor más vivo al diamante; la misma sabiduría ha ordenado los reyes y los conductores de los pueblos, los jueces y las demás jerarquías entre los hombres."

Si por extremo afán de simplificación se quisieran enumerar los supuestos que era necesario derribar y abandonar para construir una nueva física y una nueva astronomía, podría intentarse (aunque es un modo muy esquemático y muy aproximativo de considerar las cosas) la siguiente nómina:

1) La distinción entre una física de los cielos y una física terrestre, que resultaba de la división del universo en dos esferas, una perfecta y la otra imperfecta y sujeta al devenir.

2) La convicción (derivada de aquel primer punto) acerca del carácter necesariamente circular de los movimientos celestes.

3) El supuesto de la inmovilidad de la Tierra y de su centralidad en el universo, que se había convertido en "verdad de sentido común", robustecida por una serie de argumentos aparentemente irrefutables, y que parecía hallar confirmación en los mismos textos de las Sagradas Escrituras.

4) La creencia en la finitud del universo y en un mundo cerrado, ligada a la doctrina de los lugares naturales.

5) La convicción (estrechamente conexa con la distinción entre movimientos naturales y movimientos violentos) de que para explicar la perduración del *estado de quietud* de un cuerpo cualquiera no es necesario aducir ninguna causa, mientras que, por el contrario, todo *movimiento* se explica o como dependiente de la forma o naturaleza del cuerpo, o como provocado por un *motor* que lo produce y lo conserva en movimiento durante el movimiento mismo.

6) El divorcio que había ido estableciéndose entre las hipótesis de la astronomía y la física, o considerando las cosas desde otro punto de vista, entre la matemática y la física, o las teorías y los experimentos, las especulaciones y las operaciones.

A lo largo de aproximadamente cien años (entre el 1610 y el 1710) cada uno de estos supuestos fue discutido, rechazado y refutado. Lo que resultó de todo ello —a través de un proceso lento y difícil, a veces extremadamente tortuoso— fue una nueva imagen del universo físico, destinada a hallar su concreción en la obra de Isaac Newton (1643-1727): en esa grandiosa construcción que nosotros llamamos —después de Einstein— "la física clásica". Pero —bien está subrayarlo— se trataba de un rechazo que presuponía un vuelco radical de los cuadros mentales, una nueva consideración de la naturaleza y del puesto del hombre en la naturaleza, una nueva actitud frente al pasado y a la cultura. A la imagen de una naturaleza no más "jerárquica", ni compuesta de "esencias", de "formas" y de "cualidades", sino semejante a una máquina o a un reloj, pudo llegarse a través de una gran revolución, la llamada "revolución científica", que no es reductible a una serie de perfeccionamientos "técnicos" susceptibles de producirse en el seno de las diferentes ramas del saber y de las diferentes ciencias, sino que presupone una diferente filosofía, que responde a las exigencias y a las necesidades características de una nueva cultura y de una nueva sociedad.

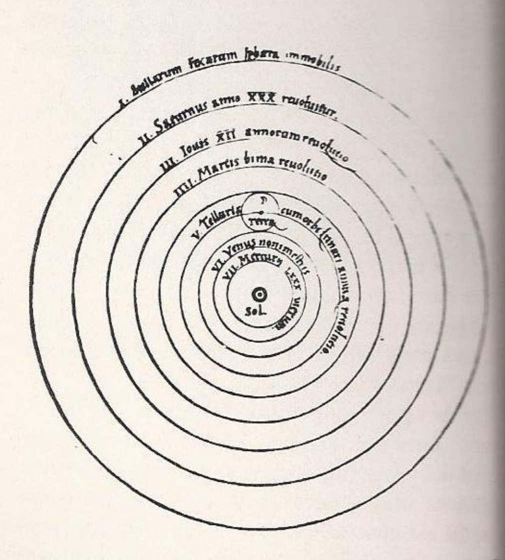
La obra de Galileo prestó una decisiva colaboración en este vuelco y en la destruc-

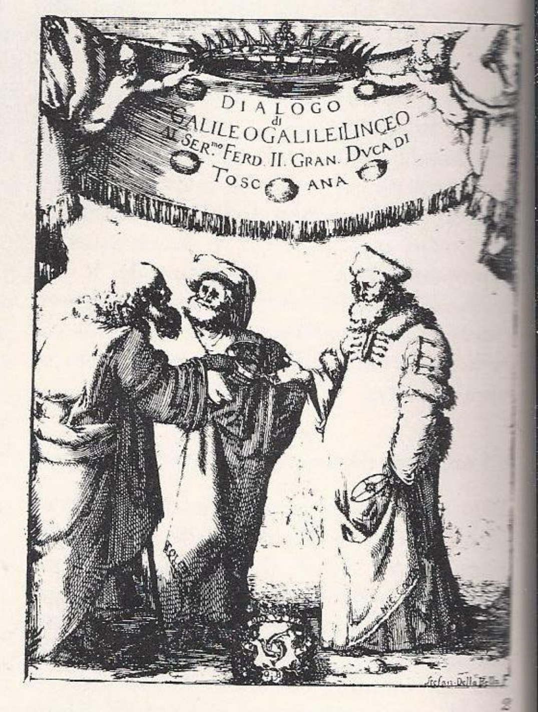
1. Del De Revolutionibus *de Copérnico, 1543.*

2. Portada interior del Diálogo sobre los Máximos Sistemas, *Florencia, 1623, en la que están representados Aristóteles, Ptolomeo y Copérnico* (Arborio Mella).

3. El universo ptolemaico, de un atlas impreso en Amsterdam en 1661.

4, 5. Frontispicio y una página del Diálogo, *Florencia, 1623.*







3

DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.

E Filosofo, e Matematico primario del

SERENISSIMO

GR. DVCA DI TOSCANA

Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte.

CON PRI  VILEGI.

IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SVPERIORI.

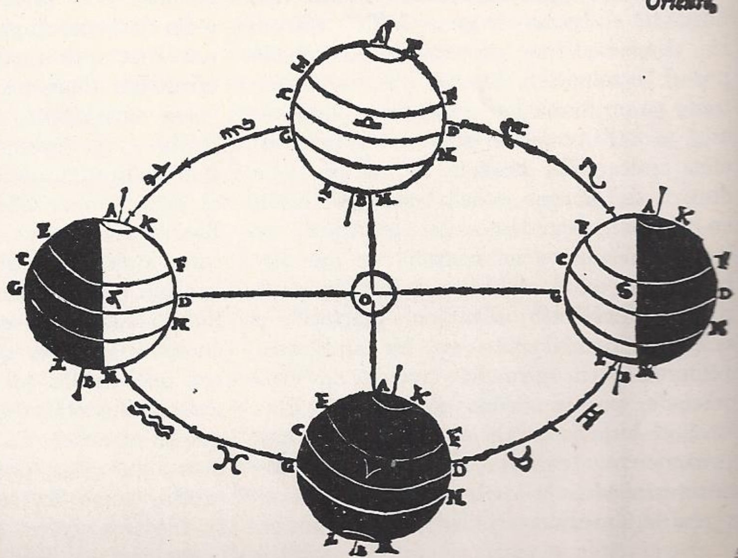
4

384 **Dialogo terzo**

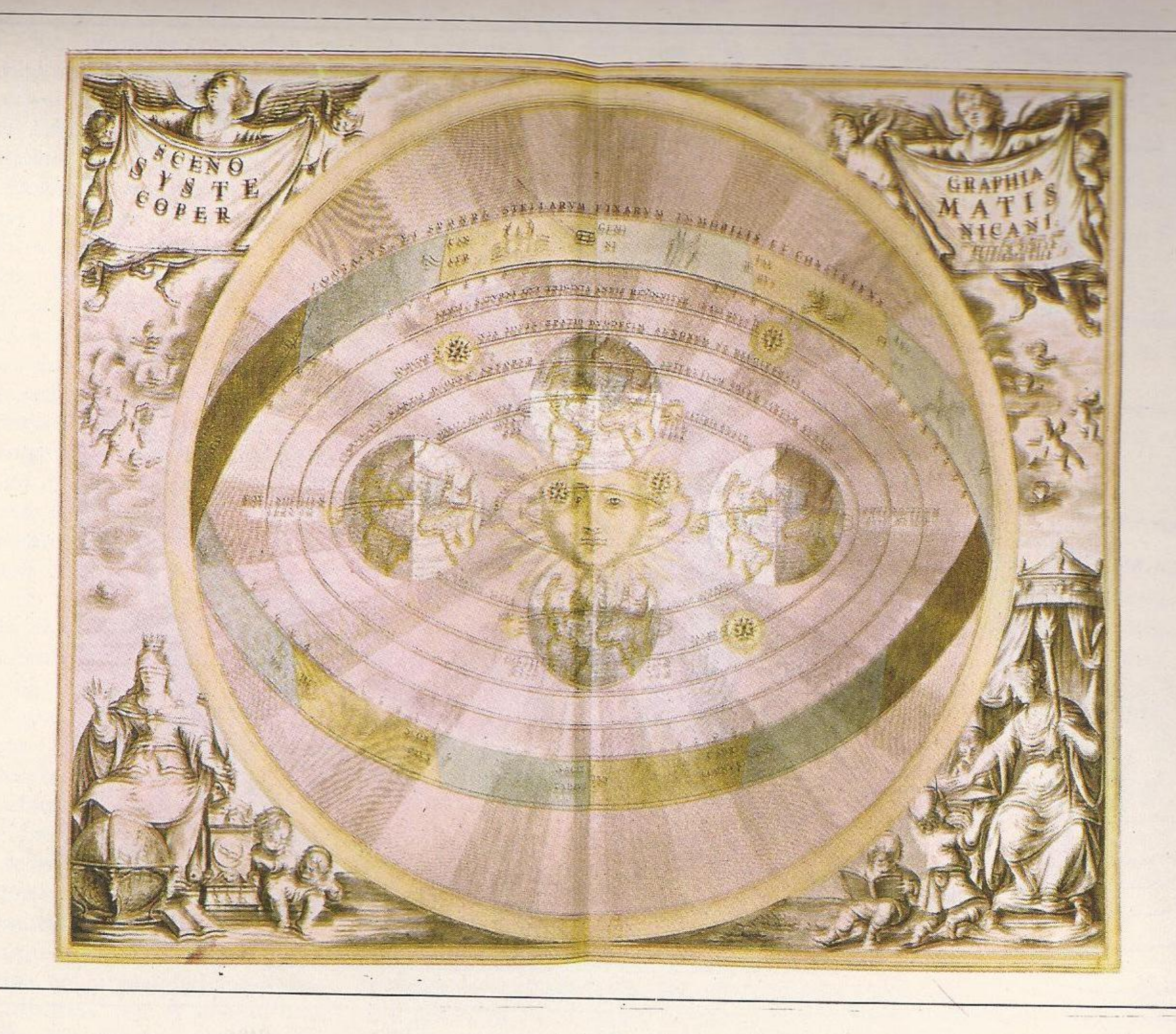
resta nell'Emisferio illuminato prescrive la lunghezza del giorno, e il rimanente è la quantità della notte.

Disegno semplicissimo, che rappresenta la costituzione Copernicana, e le sue consequenze.

Proposte queste cose, per più chiara intelligenza di quello, che resta da dirsi, verremo a descriverne una figura; e prima segneremo la circonferenza di un cerchio, che ci rappresenterà quella dell'orbe magno descritta nel piano dell'Eclittica, e questa divideremo in quattro parti eguali, con li due diametri Capricorno, Granchio, Libra, e Ariete, che nell'istesso tempo ci rappresenteranno i quattro punti cardinali, cioè li due Solstizij, e li due equinozij; e nel centro di tal cerchio noteremo il Sole O fisso, & immobile. Segnamo hora circa i quattro punti Capricorno, Granchio, Libra, e Ariete, come centri, quattro cerchi eguali, li quali ci rappresentino la terra in essi in diversi tempi costituita. La quale co'l suo centro nello spazio di un'anno cammini per tutta la circonferenza Capricorno, Ariete, Granchio, e Libra, movendosi da Occidente verso Oriente,



5



1. *El sistema copernicano. París. Biblioteca Nacional* (Snark).

ción de *algunos* de los supuestos que acabamos de enumerar.

Los grandes descubrimientos astronómicos

En el año 1609 Galileo apuntaba hacia el cielo su anteojo, e iniciaba una serie de observaciones que se harían públicas en un pequeño libro, el *Sidereus Nuncius*, que vio la luz en Venecia el 12 de marzo del siguiente año. El anteojo había nacido en los ambientes del artesanado holandés; Galileo lo había reconstruido y presentado en Venecia en agosto de 1609, para obsequiarlo después al gobierno de la Señoría. No obstante el hecho de que Galileo afirmaría después haber descubierto el anteojo por el "camino del discurso", se ha demostrado ya en forma harto suficiente, que por esos años disponía de una escasa preparación óptica. En cambio, lo que sí debe destacarse, porque señala una revolución en el comportamiento del científico, es la *fe* galileana en un instrumento que había nacido en el ambiente de los "mecánicos", perfeccionado sólo "por práctica", y aceptado parcialmente en los ambientes militares, pero ignorado, cuando no despreciado, por la ciencia oficial. Para Galileo, el anteojo no es uno de los tantos instrumentos "curiosos", construidos para entretenimiento de los hombres de la corte o para la inmediata utilidad de los hombres de armas. Galileo lo emplea y lo dirige hacia el cielo con espíritu metódico y con mentalidad científica, lo "experimenta cien mil veces y en otros cien mil objetos", hace "centenares de millares de experiencias en miles y miles de objetos, cercanos y lejanos, grandes y pequeños, luminosos y sombríos".

En una carta del mes de enero de 1610 dirigida al ministro del gran duque de Toscana, Belisario Vinta, hallamos explícitamente presente la plena conciencia del carácter revolucionario de los descubrimientos realizados mediante el anteojo: "Me encuentro en estos momentos en Venecia a fin de hacer imprimir algunas observaciones que, por medio de un anteojo, he efectuado sobre los cuerpos celestes; y así como experimento un infinito estupor, así también doy infinitamente gracias a Dios que se ha complacido en hacer de mí sólo el primer observador de cosas tan admirables y mantenidas ocultas para todos durante siglos." Esas "observaciones" asestaban, en realidad, un golpe mortal a la distinción cualitativa entre cuerpos celestes y cuerpos terrestres que, como hemos visto, era uno de los pilares fundamentales del sistema aristotélico-ptolomeico. Galileo *ve* que la superficie de la Luna "no es en manera alguna lisa, uniforme y de esfericidad exacta, como ha sostenido gran cantidad de filósofos acerca de ella y de otros cuer-

pos celestes sino, por el contrario, desigual, escabrosa, cubierta de cavidades y de protuberancias, no diferente de la superficie misma de la Tierra, que se caracteriza por cadenas de montañas y por profundidades de valles". Los límites entre las tinieblas y la ley se manifiestan desiguales y sinuosos; en la parte oscura de la luna aparecen puntos luminosos que, transcurrido cierto tiempo, vuelven a unirse con la parte luminosa. ¿No ocurre lo mismo con la Tierra? ¿Las cumbres más altas de las montañas no reciben acaso la luz de la aurora, en tanto que la sombra va cubriendo las llanuras?, y, nacido el Sol, ¿acaso la iluminación de las llanuras y de los montes no termina por unirse? El paisaje lunar, por lo tanto, es *un paisaje terrestre*. La Tierra presenta características que *no son únicas en el universo*. Los cuerpos celestes, por lo menos en el caso de la Luna, no son de naturaleza diferente, esto es, no poseen esos caracteres de absoluta perfección que les ha atribuido una tradición milenaria. Y las estrellas son enormemente más numerosas de las que aparecen a "simple vista". El anteojo muestra un cielo poblado de innumerables astros, revela la complicada estructura de las constelaciones ya conocidas, muestra la naturaleza de la vía láctea: "lo que hemos observado en tercer lugar es la esencia, es decir la materia de la vía láctea que, en virtud del anteojo, puede escrutarse tan sensiblemente que pueden resolverse, con la certeza dada por los ojos, todas las disputas que durante tantos y tantos siglos atormentaron a los filósofos, y que nos libera a nosotros de tan verbosas discusiones". La observación de la fase no luminosa de la superficie lunar induce a Galileo a llegar a la conclusión de que el esplendor de la Luna se debe a la reflexión de la luz proveniente de la Tierra, que recibe a su vez la luz del Sol. Finalmente, entre las estrellas fijas y los planetas se pone de manifiesto una diferencia sustancial. Las primeras, observadas con el anteojo, conservan su aspecto de puntos luminosos circundados por "rayos brillantes", no parecen aumentar de tamaño, como ocurre en cambio respecto de los planetas que aparecen como globos redondos y perfectamente perfilados, semejantes a pequeñas lunas. La distancia de las estrellas fijas de la Tierra es, por lo tanto, incomparablemente mayor que la que separa a los planetas del globo terrestre.

No basta. En algunas páginas del *Sidereus Nuncius*, que aún hoy dan al lector el sentido de emoción y de vibración que acompaña siempre la visión de una realidad nueva, Galileo expone otro de sus fundamentales descubrimientos. Durante la noche del 7 de enero observó, junto a Júpiter, tres pequeñas y brillantísimas estrellas, dos a oriente, la otra al occidente del planeta; a la noche siguiente esas estrellas se presentaron en diferente posición: todas del lado de occidente; el día 10, dos estrellas están al oriente y la tercera está como oculta por el planeta; el día 12, después de dos horas de observación, Galileo asiste a la desaparición de la tercera estrella, y el 13 aparecen cuatro estrellas: son las lunas o los satélites de Júpiter que, en honor de Cosme II de Médicis, Galileo denominó "estrellas mediceas".

El Nuevo Mundo y las nuevas estrellas

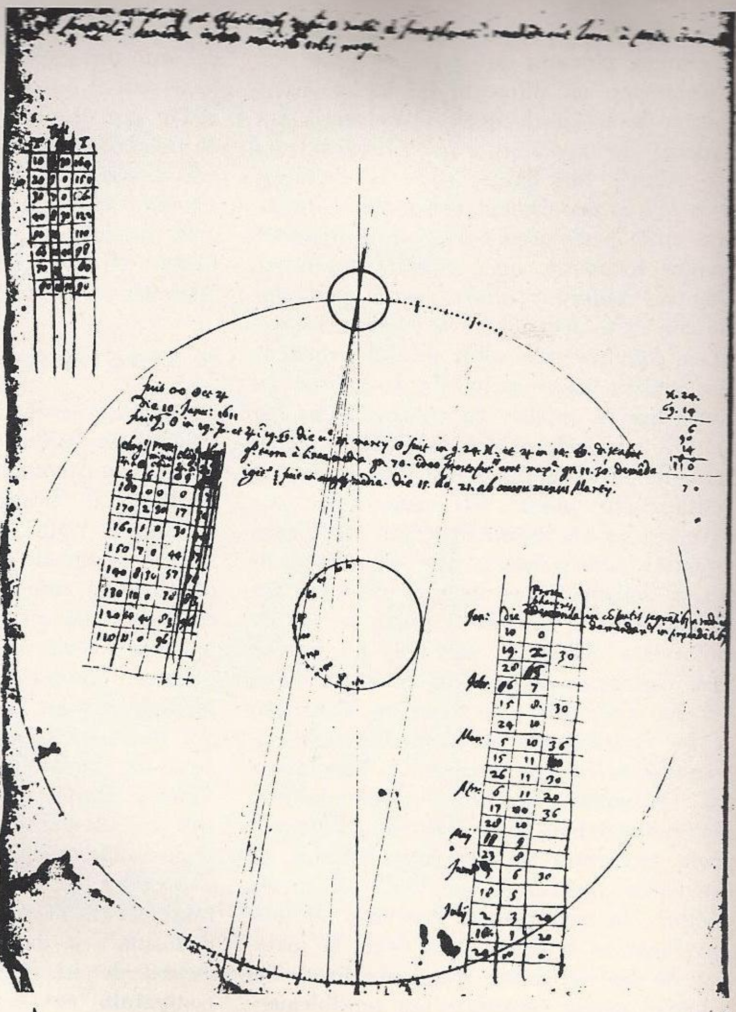
El carácter revolucionario de los descubrimientos de Galileo no escapó a la conciencia de los contemporáneos. En un poema dedicado al "príncipe de los matemáticos de nuestro siglo", Johannes Faber afirmaba que Vespucio y Colón, navegantes de mares hasta entonces desconocidos, debían ceder el lugar a Galileo, que dio al género humano nuevas constelaciones. El parangón con los grandes descubrimientos geográficos, con los viajes por el Nuevo Mundo, se reitera muchas veces. William Lower, en Inglaterra, escribe a su amigo Thomas Hariot que Galileo ha realizado, con sus descubrimientos, algo de mayor importancia que Magallanes que también abrió a los hombres caminos hasta entonces inexplorados. En el año 1612, en una obra dedicada a la descripción del mundo intelectual de su tiempo, Francis Bacon se congratula "con la ingeniosidad de los mecánicos, con el celo y la energía de ciertos hombres doctos que, poco tiempo atrás, con la ayuda de nuevos instrumentos ópticos, como si fueran chalupas o pequeñas embarcaciones, han comenzado a ensayar nuevos tráficos con los fenómenos del cielo". La empresa de esos hombres, proseguía, debe considerarse "como cosa noble y digna de la raza humana, y a esos hombres, además que por su coraje, hay que apreciarlos por su honradez porque, con candor y con claridad, han ido rindiendo cuentas, paso a paso, del modo en que para ellos se presentaba cada punto particular de su indagación". El entusiasmo por la novedad de la empresa, por la apertura de caminos no intentados anteriormente, se unía aquí con la apreciación positiva del método galileano, tan rigurosamente experimental, tan alejado de cualquier construcción supersticiosa y fantástica de mundos imaginarios. El lord canciller, aun cuando no aceptaba la teoría copernicana, era un gran filósofo. Así no ocurría por cierto con sir Henri Wotton, también hombre dotado de vasta erudición y fina cultura, embajador inglés en Venecia. El mismo día de la publicación del *Sidereus Nuncius* envía el libro a su rey, con la promesa de remitirle a la brevedad un anteojo y con palabras que dan el sentido preciso de la conmoción que la obra de Galileo ha provocado en los cuadros tradicionales del universo: "Envío a su majestad, con esta carta, la más extraña noticia que haya aparecido jamás en el mundo. Se trata del libro, anexo a ésta, del profesor de matemática de Padua, quien gracias a un instrumento óptico que aumenta y aproxima muchas veces los objetos . . . ha descubierto cuatro nuevos planetas que giran alrededor de la esfera de Júpiter; además, muchas otras estrellas fijas hasta ahora desconocidas, la verdadera causa, tan largamente buscada, de la vía láctea, y finalmente que la Luna no es esférica sino que está dotada de muchas protuberancias y, cosa más extraña que todas, que se halla iluminada por la luz del Sol reflejada por la Tierra. En esta forma, ese matemático ha revolucionado toda la astronomía —porque ahora se da la necesidad de una nueva esfera para salvar las apariencias— y toda la astrología . . . El autor podrá llegar a ser extraordinariamente famoso, o hacerse extraordinariamente ridículo."

No faltaron, efectivamente, las polémicas ásperas, los rechazos tenaces, y las obstinadas manifestaciones de incredulidad. Éstas provenían sobre todo de los ambientes de la cultura académica vinculada con las posiciones del aristotelismo. El célebre Cremonini, amigo y colega de Galileo en Padua, no cree que Galileo haya visto nada, y protesta contra esos "anteojos" que "aturden la cabeza", reprochando a Galileo el haber entrado en todas "estas fantasías". En Bolonia el astrónomo Juan Antonio Magini asume una actitud de hostilidad y de malevolencia. Cuando Galileo se traslada a Bolonia en abril de 1610, para tratar de persuadir a los estudiosos sobre la verdad de sus descubrimientos, Marín Horki, que pronto se convertirá en violento adversario, escribe al gran Kepler: "he probado de mil maneras este instrumento de Galileo, tanto en las cosas inferiores como en las superiores; en las primeras hace maravillas, pero falla en el cielo porque las estrellas fijas aparecen duplicadas".

Más tarde se recibirá el reconocimiento autorizado y límpido de Kepler, y, después de las primeras iniciales desconfianzas, la adhesión de los jesuitas romanos. Galileo había triunfado, porque, para convencer a los jesuitas, para reducir al silencio a esos profesores, irreductibles obstinados, que negaban la existencia de las montañas en la Luna o la de los satélites de Júpiter por razones lógico-metafísicas, no habría bastado, como él escribió más tarde, "el testimonio de las mismas estrellas que, descendidas a la Tierra, hablaran ellas mismas". La "certeza dada por los ojos" había roto el círculo sin fin de las disputas. La realidad del universo había sido ampliada por el uso de un instrumento mecánico que estaba en condiciones de ayudar, de perfeccionar y de refinar los sentidos del hombre. Las observaciones astronómicas de Galileo no señalaban solamente el fin de una visión del mundo. Eran también el acta

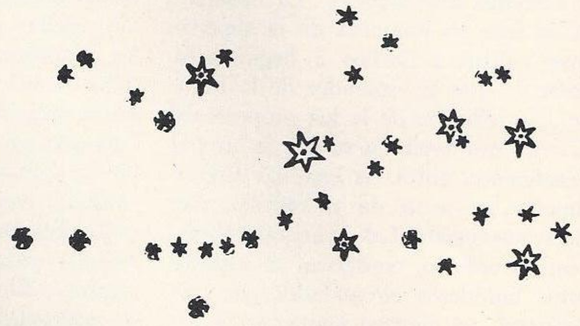
[illegible]

1



2

PLEIADVM CONSTELLATIO.



Quod tertio loco à nobis fuit obseruatum, est ipsiusmet LACTEI Circuli essentia, seu materies, quam Perspicilli beneficio adeò ad sensum licet intueri, vt & altercationes omnes, quæ per tot sæcula Philosophos excruciarunt ab oculata certitudine dirimantur, nosque à verbosis disputationibus liberemur. Est enim GALAXYA nihil aliud, quam innumerarum Stellarum coaceruatim consitarum congeries; in quamcunq; enim regionem illius Perspicillum dirigas, statim Stellarum ingens frequentia se se in conspectum profert, quarum complures satis magnæ, ac valde conspicuæ videntur; sed exiguarum multitudo prorsus inexplorabilis est.

At cum non tantum in GALAXYA lacteus ille candor, veluti albicantis nubis spectetur, sed complures consimilis coloris areolæ sparsim per æthera subfulgeant, si in illarum quamlibet Specillum conuertas Stellarum constipatarum

cętum

3

de nacimiento de un nuevo concepto de experiencia y de verdad: una verdad que se extrae de la realidad de las cosas antes que de los libros, de la "sensata experiencia" antes que de las tradiciones venerables.

La revolución copernicana

El año 1609, que señaló una nueva orientación en la vida de Galileo, es también un año de decisiva importancia en la historia de la ciencia. Los grandes descubrimientos astronómicos no provocaban tan sólo la crisis de la imagen tradicional del mundo, sino que hacían precipitarse algunas objeciones, para muchos decisivas, contra el sistema del mundo que Nicolás Copérnico había expuesto en una grandiosa obra —*De revolutionibus orbium caelestium libri sex* (Seis libros sobre la revolución de las órbitas celestes)—, publicada en 1534, el mismo año de su muerte. El escrito de Copérnico había provocado la explosión de una profunda crisis. Había puesto a la luz las contradicciones y las dificultades de la tradicional concepción del mundo. Pero la tesis copernicana de la centralidad del Sol en el universo, y la consiguiente reducción de la Tierra a un planeta rotante junto con los demás planetas en torno del Sol, no había nacido únicamente en el terreno de una divergencia —que de hecho se había establecido y que fue agudamente advertida por Copérnico— entre la filosofía o física aristotélica y la astronomía ptolomeica. Esa tesis estaba conectada también con el pitagorismo y el platonismo de Copérnico, con su convicción acerca de una mayor "dignidad" del Sol. Continuamente afloran en sus páginas temas próximos a la literatura solar y hermética: "En verdad, el Sol reside en el centro de todas las cosas. En este espléndido templo, ¿quién pondría esta Lámpara en otro lugar y en mejor lugar que ése desde el cual se puede iluminar el todo? No impropiamente la han llamado algunos Linterna del mundo, otros la Mente, otros su Rector. Trismegisto lo llama el Dios visible, la Electra de Sófocles el omnividente. Así es como el Sol, como si reposara en un trono real, gobierna la familia de los astros que lo circundan." En la *Narratio prima* de Rético encontramos un tono parecido: "no hay más que seis esferas móviles que giran alrededor del Sol... ¿Podría elegirse un número más conveniente y apropiado que el seis, que está por encima de todos los otros en las sanas profecías tanto para los pitagóricos como para los filósofos? ¿Hay cosa más conveniente para la obra divina que el hecho de que la primera y la más hermosa de sus obras pueda ser resumida en el primero y más perfecto de los números?"

El sistema de Copérnico aspiraba, respecto del ptolomeico, a una mayor simplicidad y armonía (véase la figura 4, de la página 38). La atribución del movimiento a la Tierra permitía a Copérnico reafirmar la circularidad y, sobre todo, la uniformidad de los movimientos celestes; permitía la eliminación de los epiciclos y de esa "ofensa al principio de la regularidad" representada por los ecuantes. Las irregularidades en el movimiento de los planetas podían atribuirse ahora, en efecto, al punto de vista —diferente de momento a momento— del observador situado sobre la Tierra en movimiento. Sin embargo, la simplicidad del sistema era más aparente que real: para justificar los datos de las observaciones, Copérnico estaba obligado, en primer lugar, a no hacer coincidir el centro del universo con el Sol sino con el punto central de la órbita terrestre (de donde su sistema debe definirse como *heliostático* mejor que *heliocéntrico*); en segundo lugar, estaba obligado a reintroducir, más o menos como lo había hecho Ptolomeo, una serie de círculos rotantes alrededor de otros círculos (véase la figura 5, de página 38); finalmente, estaba obligado a atribuir a la Tierra (junto con el movimiento de rotación alrededor de su eje y de revolución alrededor del Sol) un tercer movimiento de declinación (*declinationis motus*) para justificar la invariabilidad del eje terrestre respecto de la esfera de las estrellas fijas.

Como muy bien lo ha dicho Alexandre Koyré, la revolución copernicana no consiste en modo alguno en un perfeccionamiento de los métodos de la astronomía, sino en la construcción de una nueva cosmología que se funda no en datos nuevos sino en los mismos datos suministrados por la astronomía antigua en general y por la ptolomeica en particular. Esta cosmología, en realidad está fuertemente ligada con alguna de las tesis fundamentales del aristotelismo: el universo copernicano es perfectamente esférico y finito; la esfericidad a la cual "todos los cuerpos apetecen", constituye una forma perfecta; el movimiento circular uniforme de las esferas cristalinas, que para Copérnico son entidades reales, deriva del hecho de que la movilidad propia de la esfera es moverse en círculo (*mobilitas sphaerae est in circulus volvi*); la condición de inmovilidad del Sol deriva de su naturaleza, que es más "noble" y "divina" respecto de la de los otros planetas.

Sin embargo, el relieve de los aspectos de conservación que se hallan presentes en la obra de Copérnico no debe hacer olvidar un dato esencial: la admisión del movimiento terrestre y la aceptación del nuevo sistema implicaban no sólo una inversión de la estructura de la astronomía y de la física, sino también una modificación de las ideas corrientes sobre el mundo, una nueva valoración del puesto y del significado del hombre en el universo. Fueron muchos los que se dieron cuenta de la enorme carga explosiva potencialmente contenida en ese "compromiso". Thomas Digges

1. *Página autógrafa del* Sidereus Nuncius. *Florencia. Biblioteca Nacional Central, Gal. 47* (Pineider).

2. *Fragmentos relativos a los Planetas Mediceos. Florencia, Biblioteca Nacional Central, Gal. 47* (Pineider).

3. *Páginas del* Sidereus Nuncius, *Venecia, 1610.*

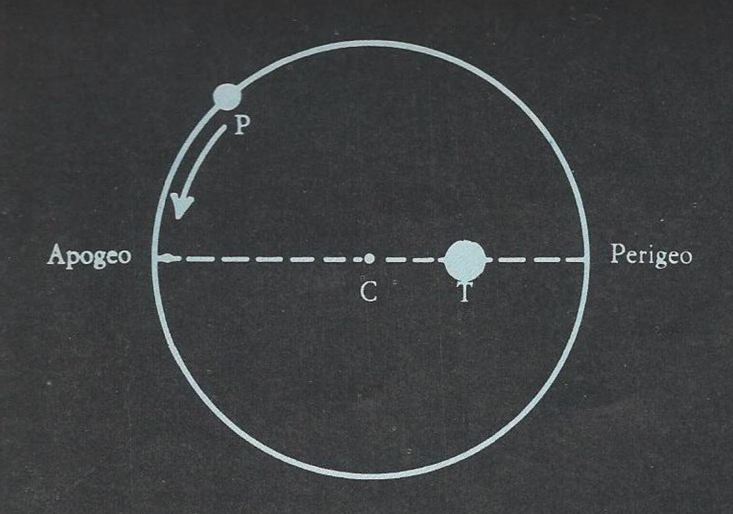
4. *Frontispicio del* Sidereus Nuncius, *Venecia, 1610.*

SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS INNVMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,
Apprime verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeritate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque diem cognitos, nouissimè Author depræhendit primus; atque
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.

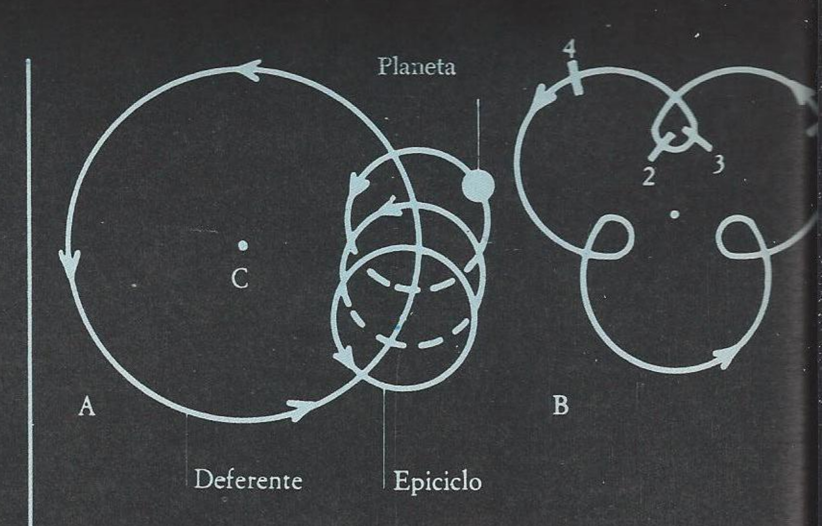


VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X
Superiorum Permissu, & Priuilegio.

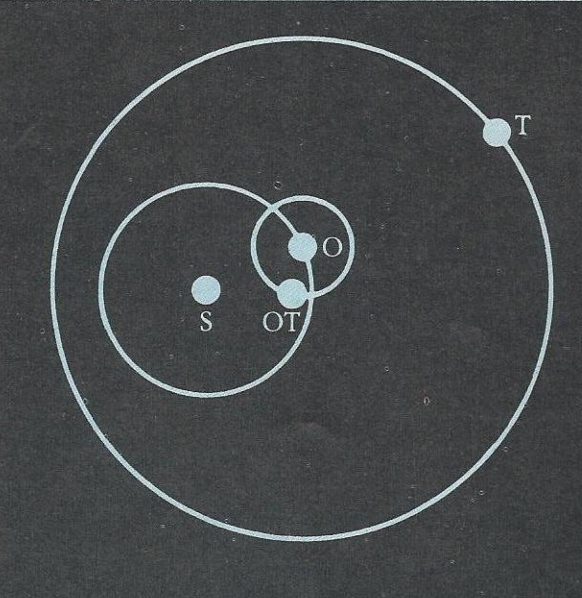
4



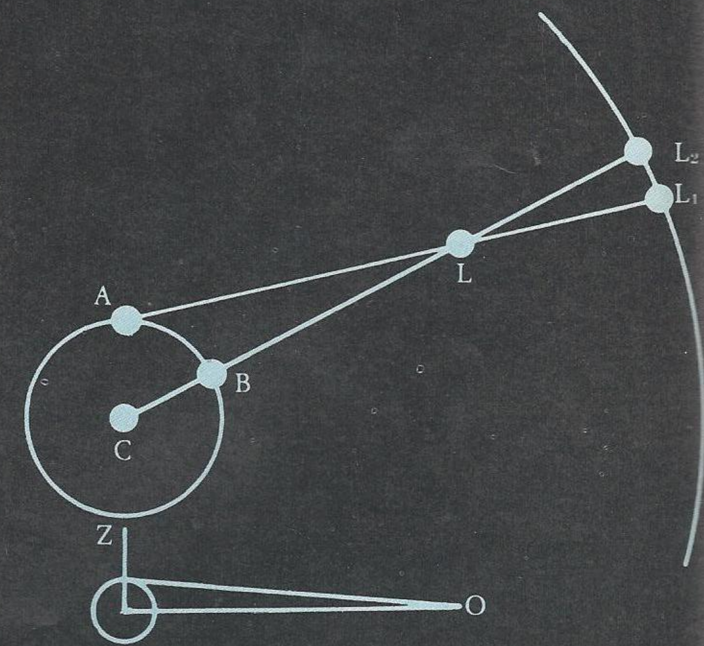
1. La Tierra no está exactamente en el centro de la circunferencia C, sino a cierta distancia de él, en T. Si el punto P corresponde a un planeta (o al Sol) visto desde la Tierra en T, no parecerá moverse uniformemente en relación con las estrellas supuestas fijas, aun cuando su movimiento a lo largo de la circunferencia sea uniforme. En semejante sistema *excéntrico* habrá un punto en el que el Sol, o un planeta determinado, se encontrará en cierto momento a una distancia mínima de la Tierra (*perigeo*) y a una distancia máxima (*apogeo*). Por lo tanto, debemos esperar variaciones en la luminosidad de los planetas, como lo confirma la observación (de B. Cohen, *Les origines de la physique moderne*, París, Payot, 1960, págs. 37-38).



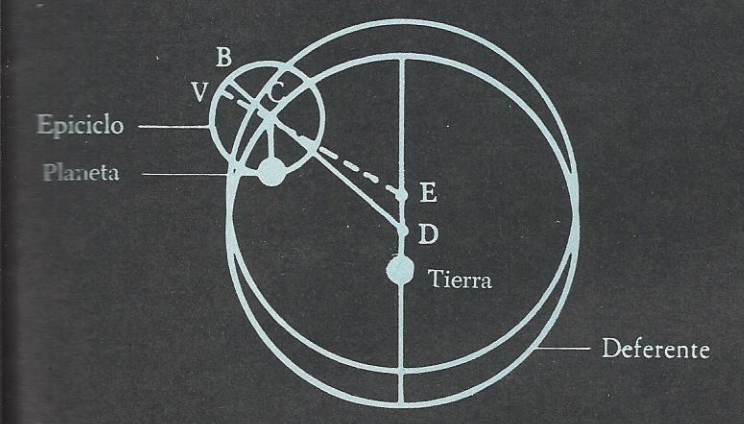
2. La teoría de los *epiciclos* afirma que los planetas no giran directamente alrededor del centro de la órbita, sino que giran, a su vez, alrededor de la órbita o *deferente*, es decir, alrededor de un centro que se transporta él mismo por un movimiento de revolución en torno al centro de la órbita. Por lo tanto, epiciclo es el círculo descripto por el planeta alrededor de un centro móvil dotado de movimiento circular. Los planetas participan tanto en el movimiento del epiciclo como en el del deferente: de tal modo se da razón tanto del hecho de que a veces su movimiento parece detenerse, como de su movimiento de retrocesión (cuando el planeta parece "viajar hacia atrás" en el cielo). A es el esquema deferente-epiciclo. B muestra el movimiento que engendran en el plano de la eclíptica la combinación del movimiento del deferente con la del epiciclo.



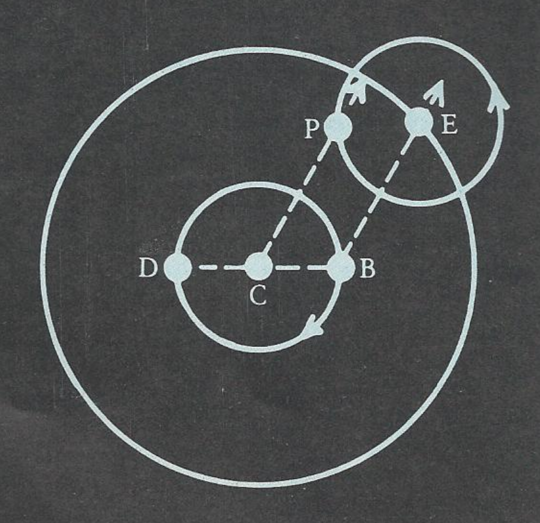
5. El movimiento de la Tierra para Copérnico. El Sol está en S, y la Tierra T rota en un círculo cuyo centro OT rota lentamente en torno a un punto O que a su vez rota sobre el círculo cuyo centro es el Sol (de Th. Kuhn, *The Copernicus Revolution*, *Cambridge*, Harvard U. P., 1957, pág. 169).



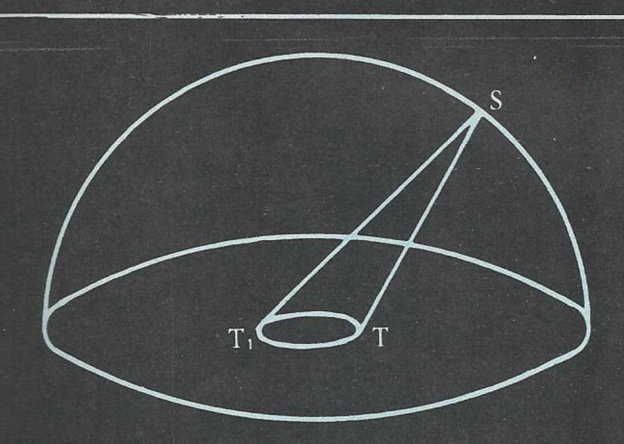
6. La paralaje: supongamos que la Luna L es observada desde el punto A situado en la superficie terrestre. La Luna se encuentra más próxima a nosotros que las estrellas fijas, y la línea que va del ojo del observador a la Luna puede prolongarse hasta alcanzar el firmamento en L_1. Trácese ahora una recta desde el centro de la Tierra C a la Luna, y colóquese un segundo observador en B. La dirección de la Luna, vista por este observador será L_2. La diferencia entre la dirección de la Luna vista desde A y vista desde el centro de la tierra (o desde B) es dicha paralaje (*diversitas aspectus, parallaxis, commutatio*) y se mide con el ángulo ALC. Es obvio que la paralaje lunar varía, siendo mayor cuando la luna está en el horizonte O, nula cuando está en el cénit Z (de E. Rosen, *Three Copernican Treatises*, Nueva York, Dover, 1959, pág. 51).



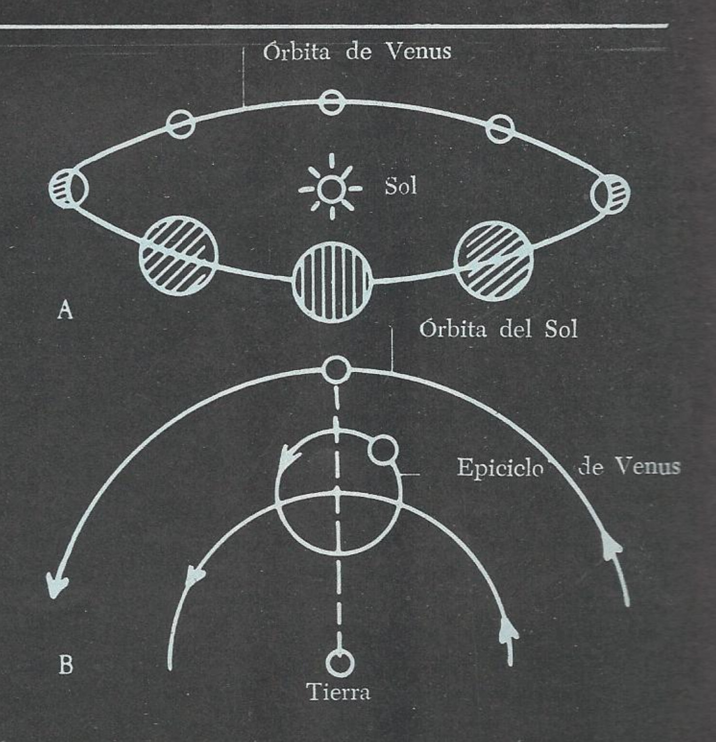
3. El ecuante: uno de los ingeniosos recursos empleados en el modelo planetario de Ptolomeo (que modifica la llamada regla platónica del movimiento uniforme) era el punto ecuante con su círculo ecuante. El centro del epiciclo C no se mueve uniformemente sobre el deferente (es decir, no se mueve uniformemente respecto del centro D del deferente). En cambio, se supone que el centro C del epiciclo (sobre el cual se mueve el planeta P) se mueve uniformemente respecto de otro punto E (punto ecuante) situado en la línea de los ábsides (apogeo y perifeo) de la parte opuesta de la Tierra respecto del centro D. En otras palabras: no es la recta DB la que recorre ángulos iguales en tiempos iguales, sino la recta EV. De tal manera, E es el *punctum aequans* que iguala y hace uniformes los movimientos, y cada círculo trazado con E como centro, es un círculo ecuante. En el caso de Mercurio, el modelo se complicaba ulteriormente mediante la introducción de un punto ecuante móvil (de M. Clagett., *Greek Science in Antiquity*, Nueva York, Collier Books, 1963, pág. 123).



4. Comparación de los sistemas copernicano y ptolemaico. En el sistema copernicano C es el Sol, centro del sistema; B es la Tierra; E un planeta externo. En el sistema ptolemaico, C es la Tierra; D el Sol; E el centro del epiciclo del planeta; P el planeta. La línea que une la Tierra con el planeta en el segundo caso, será paralela a la línea que une la Tierra con el planeta en el primer caso. El ángulo entre esta línea y la línea Tierra-Sol será el mismo en ambos sistemas. En consecuencia, la posición aparente del planeta es la misma (de M. Boas, *The Scientific Renaissance*, Londres, Collins, 1962, pág. 84).



7. De manera análoga se dice que las estrellas fijas tienen una paralaje anual. TT_1 representa el movimiento de revolución anual de la tierra alrededor del Sol. Si la dirección de una estrella S es observada cuando la tierra está en T, y seis meses más tarde cuando está en T_1, habrá una pequeña diferencia entre las dos direcciones. Este desplazamiento en la posición aparente de S es debido al movimiento orbital de la Tierra y se asemeja al desplazamiento de la aparente posición de la Luna, causado por el cambio de la posición del observador en la superficie terrestre. Pero la paralaje estelar fue descubierta por lo menos tres siglos después de Copérnico. Éste fue constreñido a sostener que todas las estrellas fijas se hallaban a enorme distancia de la Tierra: en este caso, su movimiento anual aparente, provocado por el movimiento real de la Tierra, habría sido tan pequeño que resultaba imperceptible (de E. Rosen, *op. cit.*, págs. 51-52). Si el universo de Copérnico era tan grande como lo exige la ausencia de paralaje estelar —era la objeción de T. Brahe— las estrellas deberían entonces ser increíblemente grandes, grandes como toda la órbita terrestre. Pero el telescopio no hace aumentar la magnitud de las estrellas, sólo las hace aparecer como puntos luminosos y no como discos, muestra que el diámetro aparente de las estrellas había sido inmensamente sobrevalorado por la observación a ojo limpio (cfr. Th. Kuhn, *op. cit.*, pág. 221).



8. En A puede verse cómo la existencia de las fases de Venus concuerda con el sistema de Copérnico y cómo el cambio de diámetro aparente de Venus confirma la concepción de una órbita solar para el planeta. En B puede verse por qué este fenómeno sería imposible en el sistema de Ptolomeo. El centro del epiciclo de la órbita de Venus se encuentra, en efecto, siempre sobre la línea recta que une el centro de la Tierra con el del Sol y gira en torno a la Tierra en un año, exactamente como el Sol. En tales circunstancias, la serie completa de las fases de Venus no podría ser nunca observada (de B. Cohen, *Les origines de la physique moderne*, París, Payot, 1960, págs. 77-79).

en Inglaterra y Giordano Bruno en Italia van mucho más allá de las conclusiones de Copérnico: rechazan la imagen de un límite superior del universo y contraponen el *mundo infinito* de la nueva cosmología a la doméstica visión de un universo finito y ordenado en inmutables jerarquías, construido a la medida del hombre y en función del hombre. Bruno, que se hace sostenedor de la infinitud y de la pluralidad de los mundos, polemiza contra los argumentos de los sostenedores de la inmovilidad de la Tierra, niega la distinción presente en Copérnico entre el movimiento natural de la Tierra y los movimientos violentos de los objetos presentes en su superficie, compara el movimiento de la Tierra con el de un navío que no produce efectos sobre los objetos que contiene, rechaza la doctrina de los lugares naturales y afirma la relatividad de toda noción de alto y de bajo: "he declarado que existen infinitos mundos particulares semejantes a éste de la Tierra, la cual, de igual modo que Pitágoras, entiende que es un astro, semejante al cual es la Luna, otros planetas y otras estrellas, las cuales son infinitas; y que todos estos cuerpos son mundos y sin número, que constituyen la universalidad infinita en un espacio infinito; y esto se llama universo infinito, en el cual existen innumerables mundos". La Tierra, en la que se ha encarnado y ha obrado y ha hablado el hijo de Dios, que ha sido teatro del drama de la crucifixión de Cristo y de la redención del género humano, no goza más de una posición excepcional y única en el universo: es tan sólo uno de estos innumerables mundos que se mueven en un espacio infinito.

La "peligrosidad" de la cosmología copernicana resultó bien clara para los grandes exponentes de la Reforma. Lutero y Melanchton se expresaron con palabras singularmente duras, y Calvino opuso la autoridad del Espíritu Santo a la de Copérnico. Hasta fines del siglo XVI los círculos católicos parecen ignorar, en cambio, el problema. Clavius, aun señalando las contradicciones entre la doctrina copernicana y el texto de la Escritura, considera a Copérnico como "un segundo Ptolomeo". Tres años después, en España, el teólogo Diego de Zúñiga afirma en su *Comentario al libro de Job* que el texto segundo, aun allí donde parece afirmar de manera inequívoca que la Tierra es inmóvil y que se halla en el centro del universo (por ejemplo, *Jos.*, X, 12; *Salmos*, XVIII, 6; CIII, 5; *Ecles.*, I, 4), no contradice en realidad la doctrina de Copérnico. Pero la situación se torna sumamente compleja. A todos los que rechazaban a Aristóteles y Ptolomeo y consideraban al mismo tiempo inaceptables las hipótesis de Copérnico, el llamado "tercer sistema" del mundo, elaborado por el danés Tycho Brahe, les parecía ofrecer una solución de compromiso. No es casual que disfrute de notable fortuna durante toda la mitad del siglo XVII. El sistema geostático de Tycho Brahe (la Luna, el Sol, las estrellas fijas giran en torno de la Tierra inmóvil, y los cinco planetas giran alrededor del Sol) en tanto destruía en sus propias raíces la milenaria creencia en las esferas cristalinas y en la teoría aristotélica de los cometas, confirmaba las ventajas del copernicanismo del que era matemáticamente equivalente: por otra parte, parecía excluir todas las "dificultades" —tanto de carácter físico como de carácter teológico— conexas al movimiento de la Tierra.

En todo caso, se tuvo la sensación de un fin, del derrumbe imprevisto de todas las concepciones tradicionales y de todas las consideraciones antiguas sobre el cosmos. El grandioso cambio en las esferas del saber representado por Copérnico, no suscitó solamente exaltación y entusiasmo sino también estupor y extravío, pareció confirmar la antigua idea de un agotamiento del mundo y de una decrepitud del universo. Así lo sintió John Donne:

La nueva filosofía revoca todo en la duda
el elemento fuego ha sido totalmente recha-
[zado.
El Sol se ha perdido, y también la Tierra,
y el ingenio de ningún hombre puede di-
[rigirlo,
ni indicarle dónde encontrarlo.
Libremente los hombres confiesan
que este mundo se ha consumado,
mientras en los planetas y en el firmamento
buscan tantas cosas nuevas.
Ven entonces que él nuevamente
se ha desmenuzado en sus átomos.

Las manchas solares y las fases de Venus

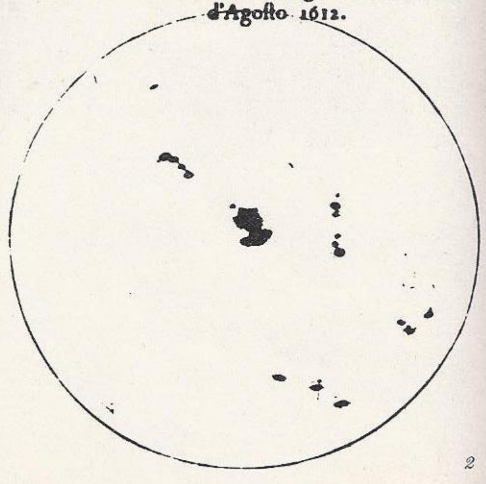
Los descubrimientos astronómicos de Galileo permiten darse cuenta con "la certeza que dan los ojos" que el universo *no tiene* las características que le habían atribuido Aristóteles y Ptolomeo. La Luna tiene una *naturaleza terrestre*, y *se mueve* sin embargo en los cielos: desde este punto de vista el movimiento de la Tierra no parece más un absurdo, ni para negar el movimiento terrestre puede recurrirse ahora a una diferencia de naturalezas. Júpiter, con los satélites que giran en torno de él, parece suministrar una especie de modelo, a escala reducida, del universo copernicano. Finalmente, las observaciones realizadas sobre las estrellas fijas muestran que están situadas a una distancia incomparablemente mayor que la de los planetas y que no están en modo alguno, como pretende la tradición, inmediatamente detrás del cielo de Saturno: esto echa por tierra una importantísima objeción enunciada por Tycho Brahe contra el sistema copernicano. Esta objeción estaba fundada en la ausencia de una paralaje observable de las estrellas: si la Tierra se mueve en el espacio, el aspecto

1, 2. El frontispicio y una página de la Historia y demostraciones en torno a las manchas solares, *Roma, 1613.*


ISTORIA
E DIMOSTRAZIONI
INTORNO ALLE MACCHIE SOLARI
E LORO ACCIDENTI
COMPRESE IN TRE LETTERE SCRITTE
ALL'ILLVSTRISSIMO SIGNOR
MARCO VELSERI LINCEO
DVVMVIRO D'AVGVSTA
CONSIGLIERO DI SVA MAESTA CESAREA
DAL SIGNOR
GALILEO GALILEI LINCEO
Nobil Fiorentino, Filosofo e Matematico Primario del Sereniss.
D. COSIMO II. GRAN DVCA DI TOSCANA.
Si aggiungono nel fine le Lettere, e Disquisizioni del finto Apelle.

IN ROMA, Appresso Giacomo Mascardi. MDCXIII.
CON LICENZA DE' SVPERIORI.

1


Disegni della Macchia grande Solare, veduta con la semplice vista dal Sig. Galilei, e similmente mostrata a molti; nelli giorni 19.20.21. d'Agosto 1612.

2

de las constelaciones debería modificarse de estación en estación. La imposibilidad de determinar tal paralaje se explica ahora por la inmensa distancia de las estrellas (véanse las figuras 6 y 7, de la página 39).

Nuevos argumentos para el abandono del sistema ptolomeico y en favor del copernicano serán suministrados también por los descubrimientos astronómicos de Galileo, realizados poco antes de su partida de Padua y en seguida después de su traslado a Florencia. Se trata del aspecto tricorpóreo de Saturno (el llamado *anillo*, que todavía es inaccesible para el telescopio de Galileo), de la observación de las manchas solares y del descubrimiento de las fases de Venus. La observación en el sentido de que Venus va "cambiando las figuras del mismo modo que hace la Luna", parece justamente a Galileo de decisiva importancia. Demuestra la semejanza entre Venus, la Luna y la Tierra; permite afirmar que también la luz de Venus es luz refleja, y revela finalmente —y esto es lo más importante— una realidad de hecho que no puede incluirse en modo alguno en el esquema ptolomeico del mundo, ni es explicable desde este punto de vista (véase la figura 8, en la página 39).

La "Novedad" de las manchas solares constituye para Galileo, como lo escribe a Cesi en mayo de 1612, "el funeral, o más bien el extremo y último juicio de la pseudofilosofía". El producirse y el disolverse de las manchas solares sobre la superficie misma del Sol —escribirá más tarde en la *Historia y demostraciones en torno a las manchas solares*— no puede crear la menor dificultad a "los ingenios especulativos y libres, que bien comprenden que nunca ha sido demostrado con ninguna eficacia, ni que puede tampoco demostrarse, que la parte del mundo que se halla fuera de la concavidad del orbe lunar no esté sujeta a mutaciones y alteraciones".

Proyectos e ilusiones

La adhesión de Galileo a la concepción copernicana del mundo remonta a casi quince años de sus descubrimientos astronómicos y nace en el terreno de la aceptación de una hipótesis, sino sobre el plano, muy diferente, de la aceptación de una nueva concepción capaz de contraponerse al deductivismo de los aristotélicos, de invertir sus esquemas mentales, de plantearse una especie de apertura a nuevas posibilidades para el saber. "Hace ya muchos años —escribe a Kepler en 1597— que he llegado a la doctrina de Copérnico descubriendo, sobre la base de tal posición, también las causas de muchos efectos naturales, inexplicables para la hipótesis corriente; espantado por la suerte de nuestro maestro . . . no me he atrevido hasta ahora a publicar las demostraciones y las confutaciones de los argumentos adversos." No sabemos cuáles fueran las demostraciones a que se refiere Galileo. Cierto es que, después de los grandes descubrimientos de 1610 abandona esta actitud cautelosa. En enero de 1611 escribe a Julián de Médicis, que "tenemos sensatas y ciertas demostraciones de dos grandes cuestiones, mantenidas hasta aquí dudosas entre los mayores ingenios del mundo". Una es que los planetas son todos cuerpos opacos, y la otra es que girán alrededor del Sol: lo cual ha sido *creído*, pero no *sensatamente probado* por los pitagóricos, por Copérnico, por Kepler y por Galileo. Kepler y los otros copernicanos podrán vanagloriarse ahora "de haber creído y filosofado bien, aunque nos ha tocado y aún está por tocarnos el ser reputados por la universalidad de los filósofos *in libris*, como poco entendidos y poco menos que estúpidos". Pocos meses después de la publicación del *Sidereus Nuncius*, mientras reivindicaba para sí junto al título de matemático el de filósofo, Galileo exponía al secretario del gran duque sus proyectos para el futuro: dos libros sobre el sistema y la constitución del universo, "concepto inmenso y pleno de filosofía, astronomía y geometría"; tres libros sobre el movimiento local, "ciencia enteramente nueva y descubierta por mí desde los primeros principios"; tres libros sobre la mecánica, y finalmente tratados sobre el sonido, sobre la visión y sobre los colores, sobre las mareas, sobre las cantidades continuas, sobre los movimientos de los animales. La física, que Galileo había estado elaborando desde los primeros tiempos de su permanencia en Padua, la nueva astronomía, no debían demostrar tan sólo la verdad copernicana, sino también fundar una nueva ciencia de la naturaleza. A los filósofos de los libros y a los profesores, a su "obstinación de víboras" Galileo contrapone ahora, orgullosamente, su propia filosofía y afirma "haber estudiado más años en filosofía que meses en matemática pura". Es sobremanera significativa e importante, desde este punto de vista, la contraposición (presente en el discurso sobre las manchas solares y repetida después varias veces) de los "puros astrónomos" a los "astrónomos filósofos". Estos últimos no se ocupan sólo de "salvar las apariencias" sino que tratan de investigar "como problema máximo y admirable la verdadera constitución del universo", que "es, y lo es de una sola manera, verdadera y real, imposible de ser de otro modo".

Esta seguridad de Galileo está vinculada también con las vicisitudes sucesivas a su traslado a Florencia. En Roma, adonde había ido en 1611, había recibido una acogida casi triunfal. Aceptado en los mejores círculos intelectuales, había sido invitado a formar parte de la Academia *dei Lincei*. No habían faltado manifestaciones de estimación y de benevolencia en ciertos casos de abierto consenso, por parte también de autorizados cardenales, de los ambientes jesuitas, del mismo Pablo V. En diciembre de 1612 escribía, para confirmar la verdad copernicana: "pueden verse vientos propicios, dirigirse con tan brillantes escoltas que ya poco nos queda por temer de tinieblas o travesías".

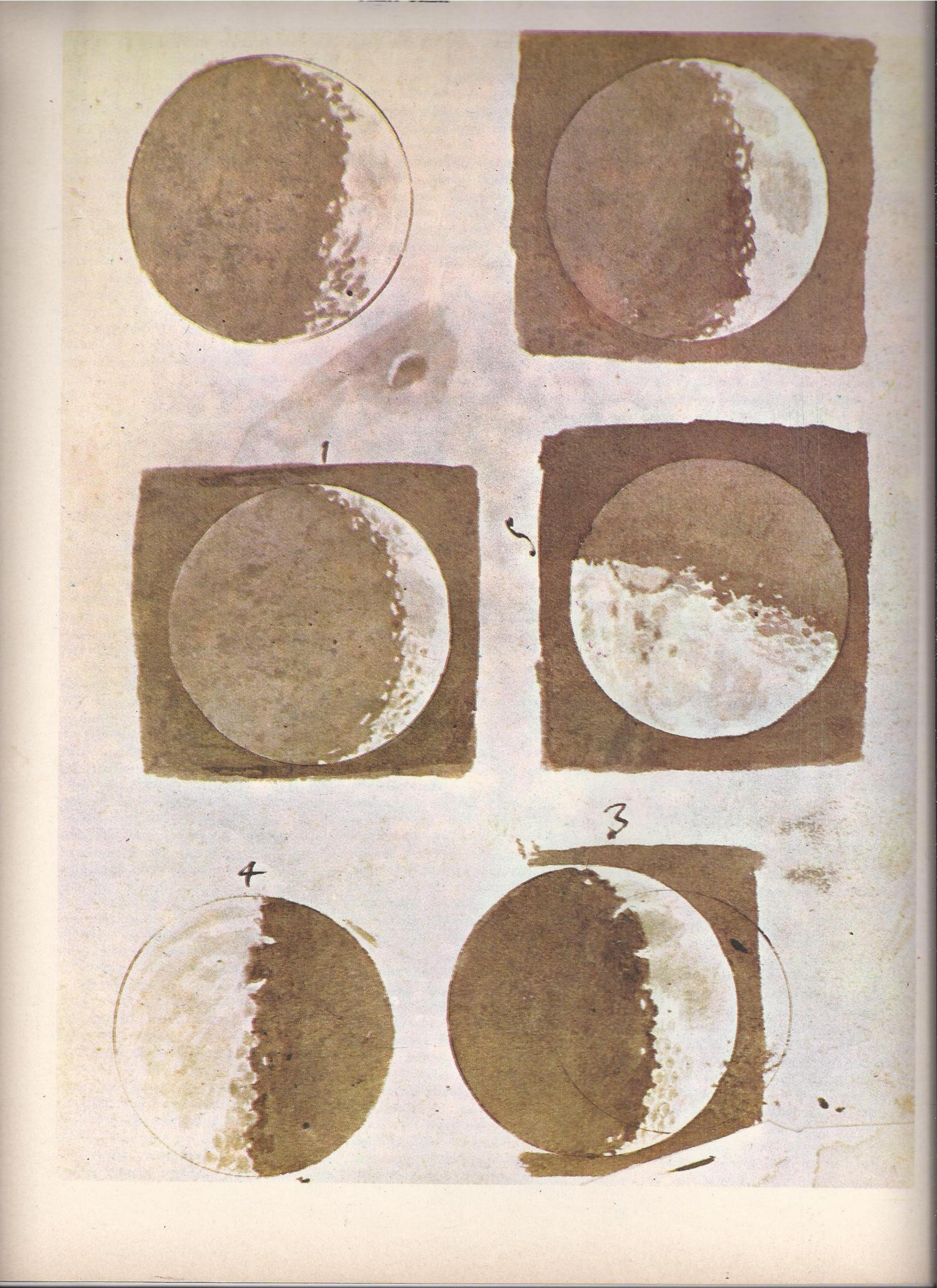
En cambio, justamente por esos años, iba condensándose la tormenta. Las cartas galileanas están ahora dirigidas todas a una obra de persuasión y de convicción de las nuevas verdades, están destinadas a los discípulos entusiastas y atentos, polemizan en tono irónico y tajante con los adversarios, intentan conquistarse nuevos y más autorizados apoyos. Pero el peligro no provenía de la ignorancia o de la pedantería de esos académicos solitarios que Galileo había satirizado durante los años transcurridos como lector de matemática en la Universidad de Pisa:

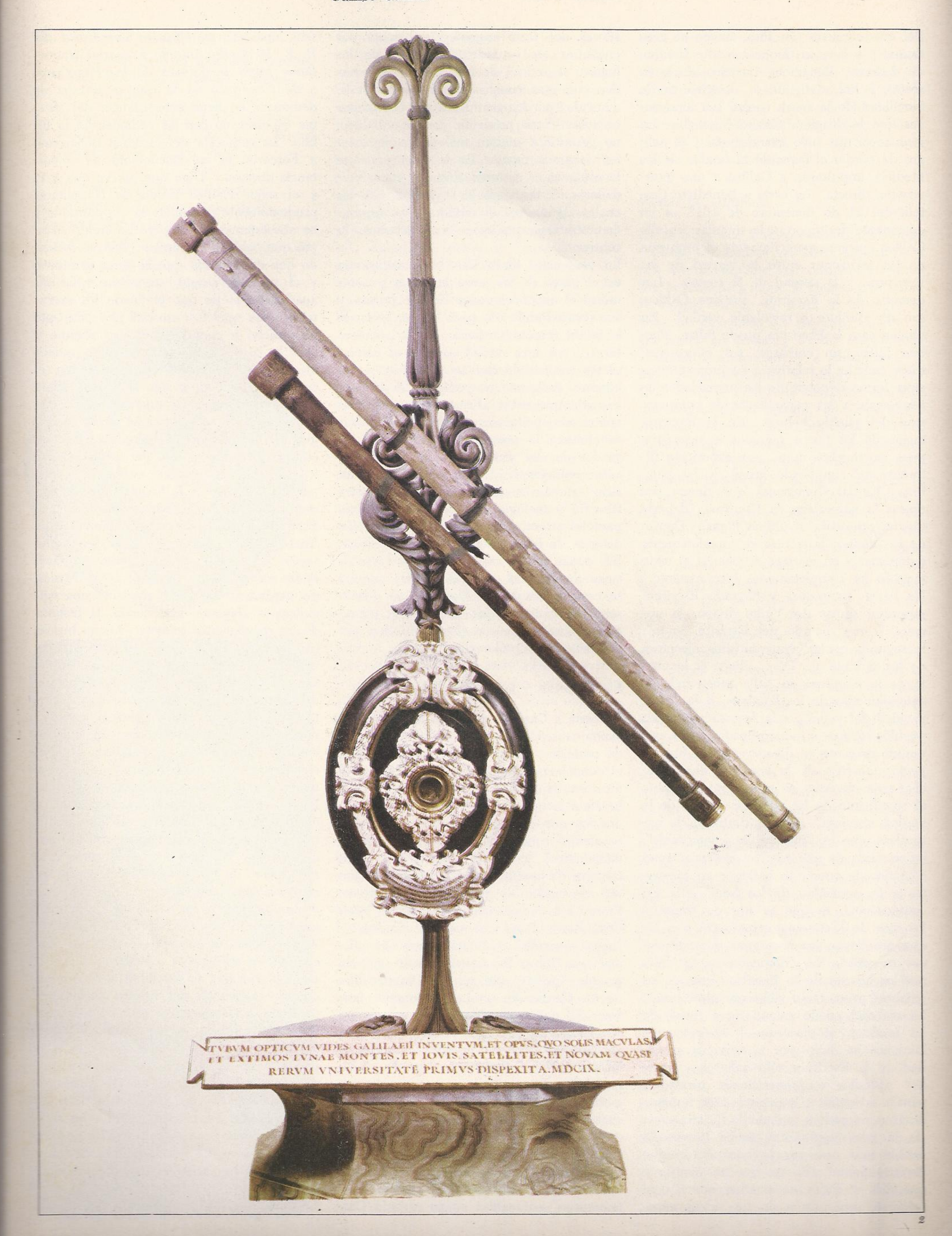
Parece una gata en una calle maestra
que aturdida huye de la gente
al caerse de la ventana,
y que se va deslizando a gatas
hasta ocultarse y ponerse a salvo
porque la conversación le disgusta . . .

Para ganar la batalla sobre el copernicanismo no bastaba la requisitoria áspera y tajante dirigida a poner en ridículo el aristotelismo de Ludovico delle Colombe ("sería como jugar con uno que, frente a mis escudos al sol . . . pusiera dinero en tacones de zapatos viejos"). La controversia sobre la verdad copernicana tenía un alcance cultural y "político" enormemente más amplio, que escapaba al optimismo confiado y sanguíneo de Galileo. Éste parece convencido de la posibilidad de una victoria a corto plazo; frente a sí sólo ve la ignorancia y la presunción de los individuos; no se da cuenta ni de las posiciones que iban madurando en el seno de determinados ambientes eclesiásticos, ni de las implicaciones presentes en su misma posición. Oscila entre un exceso de seguridad y una disposición al artificio y a la capciosidad. Se deja arrastrar en una disputa cuyo sentido y cuyas dimensiones reales confunde.

La fe y la autonomía de la razón

No le hacían falta explícitas advertencias ni cautas recomendaciones: "de que la tierra gire, no he encontrado hasta ahora ni filósofo ni astrólogo que quiera adherirse a la opinión de V. S. —le escribe Pablo Gualdo— y muchos menos querrán hacerlo los teólogos; por lo tanto, piénselo bien antes de publicar esta opinión como verdadera, porque muchas cosas pueden decirse a manera de disputa, pero que no es bueno afirmarlas como verdaderas". En una prédica sostenida en el convento florentino de San Mateo el día de los muertos de 1612, el dominicano Nicolás Lorini había acusado de herejía a los copernicanos. A fines


1
5
3
4


TVBVM OPTICVM VIDES GALILAEI INVENTVM, ET OPVS, QVO SOLIS MACVLAS,
ET EXTIMOS LVNAE MONTES, ET IOVIS SATELLITES, ET NOVAM QVASI
RERVM VNIVERSITATE PRIMVS DISPEXIT A. MDCIX.

del año siguiente en Pisa, frente al gran duque y a la gran duquesa madre Cristina de Lorena, Benedicto Castelli, discípulo afecto y fiel, defiende la doctrina de la movilidad de la tierra contra las acusaciones que le dirigiera Cosme Buscaglia. La resonancia que tuvo esta disputa, y el peligro de perder el favor de la familia de los Medicis, impulsaron a Galileo a una intervención directa. La carta a Benedicto Castelli del 21 de diciembre de 1613 es un documento de importancia singular; en ella Galileo enfrenta explícitamente el problema de las relaciones entre la verdad de las Escrituras y la verdad de la ciencia. Los decretos de la Escritura, sostiene Galileo, son de absoluta e inviolable verdad. En ningún caso la Escritura puede fallar. Pueden fallar, sin embargo, sus intérpretes; sobre todo en lo relativo a las proposiciones cuya forma depende de las necesidades de adaptación a las capacidades de comprensión del pueblo hebreo. En la interpretación de los textos sagrados es necesaria, pues, en muchos casos, una exposición diferente del significado literal de las palabras. En las discusiones que tienen por objeto la naturaleza, la Escritura "debería quedar reservada al último lugar". Dentro de sus límites, la ciencia es completamente autónoma, y en materia de ciencia el texto sagrado es completamente incompetente.

No basta; naturaleza y Sagrada Escritura proceden ambas del Verbo divino: la primera "como dictado del Espíritu Santo"; la segunda como "observantísima ejecutora de las órdenes de Dios". Pero el lenguaje de la Escritura se halla acomodado al entendimiento de los hombres, a la "incapacidad del vulgo", a la "capacidad de los pueblos rústicos e indisciplinados". En este sentido presenta en diversos puntos "un aspecto diferente de la verdad", dice "muchas cosas diversas, en su aspecto en cuanto al significado de las palabras acerca de la verdad absoluta". Por el contrario, la naturaleza que es "inexorable e inmutable", no se cuida de que sus "recónditas razones o modos de operar se hallen o no expuestas a la capacidad de los hombres". En consecuencia, lo que se nos da frente a los ojos de la sensata experiencia o a los que nos llevan las necesarias demostraciones no puede ser "derogado en la duda por los lugares de la Escritura que en las palabras presentaran diferente semblanza".

La realidad puede entenderse a través de los sentidos, el discurso, el intelecto que Dios nos ha dado ;por lo tanto, la autoridad de la Escritura sólo vale para aquellos artículos o proposiciones necesarias para la salvación y "superando todo humano discurso no podían por medio de otra ciencia ni por ningún otro medio hacérnoslo creíble más que por la boca del mismo Espíritu Santo". Puesto que es manifiesto que dos verdades no pueden nunca contrariarse, será misión de los sabios expositores del texto sagrado "esforzarse por encontrar los verdaderos sentidos de los lugares sagrados", de manera que concuerden con esas conclusiones naturales testimoniadas por los sentidos o por las demostraciones. Sería prudente, concluye Galileo, no permitir a ningún teólogo "comprometer" algunos pasajes de la Escritura que le obliguen a sostener después como verdaderas ciertas verdades naturales "de las cuales alguna vez el sentido y las razones demostrativas pudieran manifestarnos lo contrario".

La consciente limitación de la naturaleza en el plano de las cosas humanas y naturales; el reconocimiento de su propio y autónomo significado para las verdades de la fe; el respeto profundo por lo sobrenatural y por una verdad que no es enteramente compatible con las dimensiones del hombre: todo esto no podía, ni sirvió para impedir que estas afirmaciones galileanas aparecieran peligrosas y subversivas. Ellas acentuaban la presencia en los textos sagrados de una serie de elementos ligados a la contingencia y a la relatividad histórica; tendían a quebrar esa fusión entre filosofía y teología que desde siglos atrás parecía garantizar a la Iglesia su función de guía de las conciencias y de la cultura. No podía poner remedio a todo esto el trozo de valentía con que Galileo cerraba su carta y trataba de dividir a sus adversarios sosteniendo que la doctrina copernicana concordaba con el texto bíblico mucho más que la ptolomeica.

Las hipótesis y la verdad

La carta a Castelli, que tuvo amplia circulación, suscitó protestas y abiertas tomas de posición. El 20 de diciembre de 1614 el dominicano Tomás Caccini, en una prédica en Santa María Novella calificó de herética la opinión de Copérnico y de todos los que pretendían corregir la Biblia. Se desató contra "el arte diabólico de la matemática" y contra esos matemáticos fautores de herejías que habrían tenido que ser eliminados de todo Estado cristiano. Frente a la indagación de Galileo, el hábil Cesi, desde Roma, aconsejaba prudencia: "llevar querella" a Roma contra las afirmaciones sobre la matemática le parecía posible "puesto que en la Congregación de los Cardenales no habría muchos fautores del delincuente", pero era en cambio absolutamente necesario "eludir en forma absoluta referirse a Copérnico" porque el mismo cardenal Bellarmino "me ha dicho que la tiene por herética y que el movimiento de la tierra, sin ninguna duda, es contrario a la Escritura". La atmósfera va empeorando día tras día. En los primeros meses de 1615, después que Galileo había sido denunciado formalmente ante el Santo Oficio por las afirmaciones "sospechosas y temerarias" contenidas en su carta a Castelli, aparecía en Nápoles una *Carta del R. P. M. Paolo Antonio Foscarini Carmelitano sobre la opinión de los Pitagóricos y de Copérnico* en la que se trataba de demostrar la plena concordancia del sistema copernicano con las verdades de la Biblia. La respuesta del cardenal Bellarmino a Foscarini es un documento de importancia decisiva: "Digo que parece que V.P. y el señor Galileo traten de contentarse prudentemente en hablar *ex suppositione* y no absolutamente, como yo he creído siempre que hablaba Copérnico. Porque diciendo que es *supuesto* que la tierra se mueve y el sol está quieto, se salvan todas las apariencias mejor que poniendo los excéntricos y los epiciclos: eso está perfectamente bien dicho y no reviste peligro alguno; y esto le basta al matemático; pero querer *afirmar* que realmente el sol está en el centro del mundo, y sólo se vuelve sobre sí mismo sin correr de oriente a occidente, y que la tierra se halla en el tercer cielo y gira con velocidad suma alrededor del sol, es cosa peligrosa no sólo por irritar a todos los filósofos y teólogos escolásticos, sino también por herir a la Santa Fe mostrando que son falsas las Escrituras Santas".

Ésta era la tesis de la astronomía como "matemática" pura, que Osiander había vuelto a presentar en su anónimo prefacio al *De revolutionibus* de Copérnico: "Misión del astrónomo es hacer, mediante una cuidadosa y diligente observación, la historia de los movimientos celestes. Luego buscar sus causas, o mejor dicho —puesto que de ninguna manera puede determinar causas verdaderas— imaginar e inventar hipótesis mediante las cuales estos movimientos (tanto para el futuro como para el pasado) puedan calcularse exactamente de acuerdo con los principios de la geometría... No es necesario que estas hipótesis sean verdaderas, y ni siquiera que sean verosímiles. Basta una sola cosa: que ofrezcan cálculos conformes con la observación". Algunos han visto en estas expresiones mucha modernidad, y las han entendido como manifestación de un pragmatismo y de un neopositivismo *ante-litteram*. Se trata, de cualquier manera, de posiciones ya ampliamente conocidas y tradicionales. Tomás de Aquino, para no mencionar sino un filósofo de los más gratos a Bellarmino, había logrado conciliar su fidelidad a Aristóteles con su aceptación del sistema ptolomeico recurriendo justamente a esta doctrina no-realista, formulada ya por Simplicio y por Juan Filopón: "No es necesario que sean verdaderas las hipótesis que han excogitado; aun cuando si con tales hipótesis se salvan las apariencias, no importa decir de ellas que son verdaderas, porque las apariencias concernientes a las estrellas pueden quedar a salvo, tal vez, de algún otro modo que los hombres no han comprendido todavía".

En la apasionada y vehemente defensa de

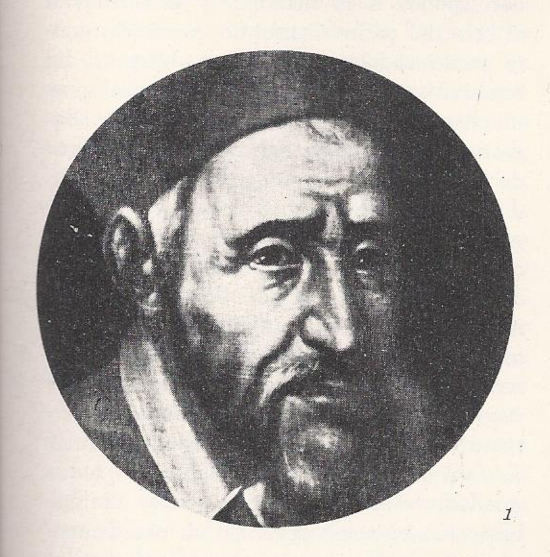
En las páginas precedente.

1. *Ilustraciones para el* Sidereus Nuncius, *Florencia, Biblioteca Nacional Central, Gal. 48* (Pineider).

2. *Anteojos originales y lente objetiva de Galileo. Florencia, Instituto y Museo de Historia de la Ciencia* (Scala).

1. *El cardenal Bellarmino, parte de un retrato de autor desconocido. Florencia, Uffizi* (Alinari).

2. *Urbano VIII, parte del retrato de Pedro de Cortona. Roma, Galería Capitolina* (Alinari).



1



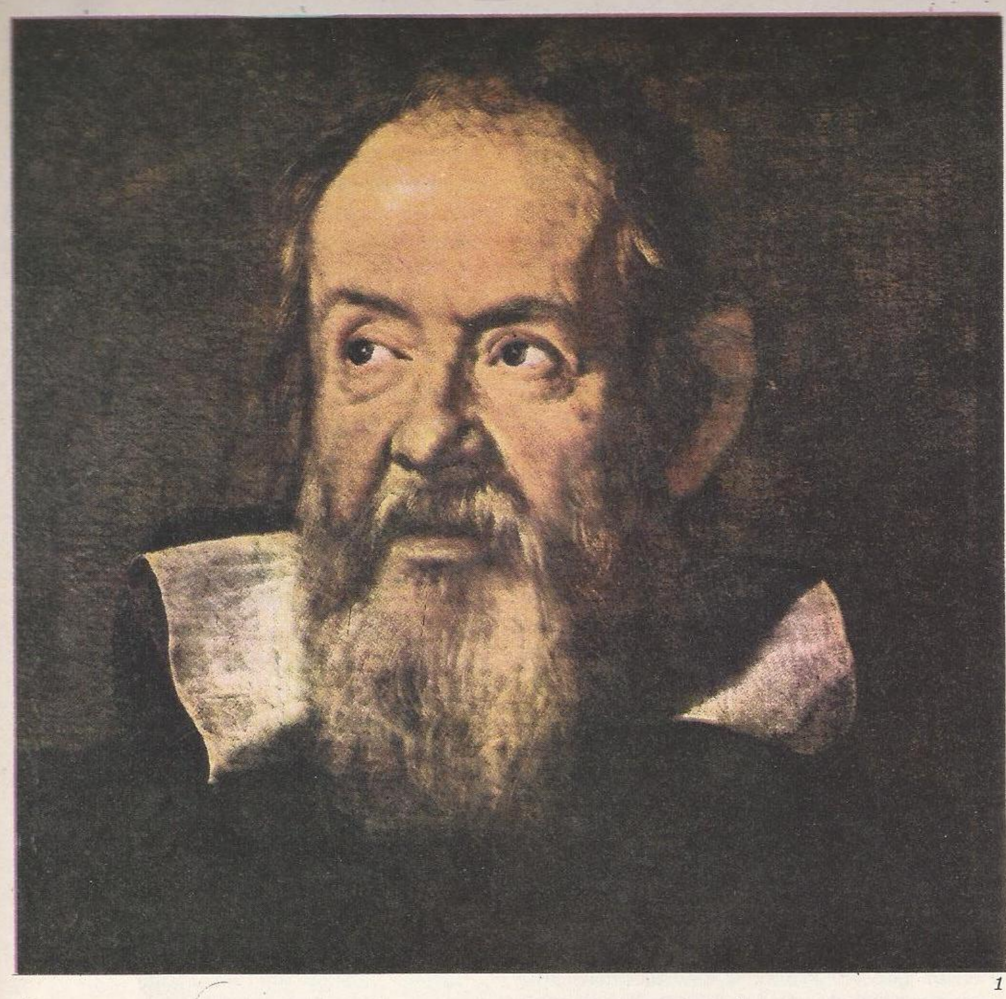
2

Copérnico contenida en la *Cena de las cenizas*, Giordano Bruno se había rebelado acremente frente a la tentativa de Osiander de presentar al copernicanismo como una simple hipótesis matemática. Esa "epístola superliminar atacada por no sé qué asno ignorante y presuntuoso" le había parecido una subrepticia tentativa de vaciar el discurso de Copérnico de toda referencia a la física y a la realidad. Copérnico, agregaba, "la entendió tal como la expuso y con todo su esfuerzo la demostró . . . no sólo cumple la misión de matemático que supone, sino también la de físico que demuestra el movimiento de la tierra". La reacción de Galileo frente al texto de Bellarmino no es diferente. El tono de su carta del 23 de marzo de 1615, dirigida a Dini, es categórico y no da lugar a equívocos. A la pura astronomía contrapone la filosofía, a la "habitual y aceptada manera de Ptolomeo" opone la investigación copernicana "sobre la constitución de las partes del universo *in rerum natura*" y sobre la "verdadera constitución de las partes del mundo", Copérnico "había hecho ya anteriormente el esfuerzo, y satisfecho la parte de los astrólogos según la habitual y aceptada manera de Ptolomeo; pero después, vistiéndose con el traje de filósofo, y analizando si esa constitución de las partes del universo podía subsistir *in rerum natura*, y visto que no podía, y pareciéndole aún que el problema de la verdadera constitución fuese digno de ser investigado, se consagró a la investigación de tal constitución, sabiendo que si una constitución de partes fingida y no verdadera podía satisfacer las apariencias, mucho más se habría obtenido esto a partir de la verdadera y real . . . El pretender persuadir de que Copérnico no consideraba verdadera la movilidad de la tierra, no podría encontrar asentimiento, a mi entender, sino acaso entre quienes no lo hubieran leído . . . A mi juicio, él no es capaz de moderación, siendo el punto principalísimo de toda su doctrina y el fundamento universal, la movilidad de la tierra y la estabilidad del sol: pero, o hay que condenarlo del todo, o dejarlo con las suyas".

El resto de la carta contiene tonos platónicos o ficinianos que recuerdan algunas páginas de Copénico y de Rético. El libro sobre los nombres divinos de Dionisio Areopagita es citado como expresión característica de esa posición filosófica "que es acaso una de las principales puertas por las que se entra en la contemplación de la naturaleza", y que se funda en el relieve, dentro de la naturaleza, de una sustancia "espiritualísima, tenuísima y velocísima" de una "inmensa luz acompañada por un espíritu calorífico y penetrante" que reside en el sol y se difunde por todo el universo calentando y vivificando todas las criaturas vivientes. Este espíritu fecundante, y esta luz difusa, se unifican en el sol, que por esto mismo es colocado en el centro del universo: "como en el corazón del animal se produce una regeneración continua de espíritu vital . . . así también en el Sol se conserva esa fuente de donde deriva continuamente y se difunde este calor prolífico que da vida a todos los miembros que residen a su alrededor".

Humo de alquimia

En la carta que Galileo escribió a Madama Cristina de Lorena en 1615, desarrollaba con mayor amplitud las consideraciones sobre la teología y sobre la ciencia que había formulado ya en la carta a Castelli. A fines de diciembre de ese año, Galileo se encuentra en Roma y se da nuevamente a discutir, a combatir y a polemizar: "A menudo, en reuniones de hombres de intelecto curioso, desarrolla discursos estupendos acerca de la opinión de Copérnico". Anunció hace muy poco, en carta a Orsini, su teoría de las mareas; tiene la esperanza "de llevar a término tan grande empresa". Se siente ganado por el optimismo, por la fe en sí mismo, por su vitalidad irónica y exuberante. Refiriéndose a Galileo, el canónigo Querengo escribe al cardenal Alejandro D'Este: "V.S. Ilustrísima tendría gran placer si lo oyera discurrir, como lo hace con frecuencia en medio de quince o veinte que lo atacan cruelmente, ya en una casa, ya en otra. Pero él se siente tan robustecido que se ríe de todos; y si bien no convence la novedad de su opinión, no son menos convincentes por su vanidad la mayoría de los argumentos con los cuales los opositores tratan de aturdirlo". Pero el optimismo de Galileo no era justificado, como tampoco lo eran sus esperanzas. El 18 de febrero los teólogos del Santo Oficio sometieron a examen la teoría copernicana según la rudimentaria formulación con que había sido presentada por Caccini, y que muy lejos estaba de expresar el sentido preciso del discurso copernicano: "que el sol está en el centro del mundo, y por consiguiente inmóvil de movimiento local; que la tierra no es centro del mundo ni es inmóvil, sino que se mueve por sí misma toda *etiam* de movimiento diurno". La primera de estas dos proposiciones era declarada "estúpida y absurda en filosofía, y formalmente herética, en cuanto contradice expresamente las sentencias de la Sagrada Escritura". La segunda, en cambio, merecía "desde el punto de vista filosófico, la misma censura que la primera; en cuanto a la verdad teológica, es por lo menos errónea en lo que concierne a la fe". El cardenal Bellarmino citó a Galileo el 26 de febrero. Paulo V había dispuesto que Galileo fuera *advertido* de que debía abandonar la doctrina copernicana. Si se hubiera negado a obedecer, se le *ordenaría* ante notario y testigos, renunciar a la doctrina censurada y abstenerse de tratar de ella.





1. *Galileo Galilei ,retrato de Sustermans. Florencia, Uffizi* (Arborio Mella).

2. *Johann Kepler.*

El acta de la reunión —que no tiene las firmas de los participantes y tiene el aspecto de una minuta— refiere que Galileo fue advertido y que en seguida después (*successive et incontinenti*), en nombre del papa y de toda la Congregación del Santo Oficio, le fue ordenado "abandonar completamente dicha opinión, de no aceptarla, ni enseñarla ni defenderla de modo alguno (*quovis modo*) ni con palabras ni con escritos". La diferencia entre *admonición* (o advertencia) y *orden* o *precepto* es muy importante, porque sobre ella se fundará la condena de 1633. Muchos historiadores concuerdan en considerar que esa acta no corresponde a la realidad, y la atribuyen al celo del padre Comisario, particularmente encarnizado contra Galileo. Después del sometimiento de Galileo, el 3 de marzo, se dictaba el decreto de condena de la Sagrada Congregación del Índice. Los libros de Copérnico y de Diego de Zúñiga quedaban suspendidos hasta que fueran corregidos (*suspendendos donec corrigantur*); quedaba condenado y prohibido (*omnimodo prohibendum atque damnandum*) el libro de Pablo Antonio Foscarini, y finalmente prohibidos todos los libros que enseñaban la doctrina copernicana (*pariter item docentes*). Así había llegado a su término el proceso iniciado con la denuncia de Lorini. La persona de Galileo no había quedado afectada, y sus escritos no habían sido mencionados. En el mes de mayo, ante las insinuaciones malévolas y las habladurías acerca de una probable abjuración, Galileo pidió a Bellarmino una declaración. Se certificaba en ella que él nunca había abjurado, ni había recibido penitencia de ninguna clase; sólo le había sido notificada "la declaración formulada por Nuestro Señor y publicada por la Sagrada Congregación del Índice en la cual se manifiesta que la doctrina atribuida a Copérnico . . . es contraria a las Sagradas Escrituras y que no puede defenderse ni sostenerse". A Galileo le pareció una victoria parcial. Pero su regreso a Florencia está signado por la amargura y por la sensación de una derrota.

Las personas de buen sentido, como suele ocurrir, se sentían satisfechas y en paz con el mundo: "Las disputas del señor Galileo se han resuelto en humo de alquimia. Una vez más nos hemos asegurado que con ese divagar que hacemos con las fantasías del cerebro, podemos quedarnos quietos en nuestro lugar, sin volar con la tierra como las hormigas sobre un globo que se elevara por el aire".

El lenguaje de la naturaleza

En la carta del 23 de marzo de 1615 escrita a Dini, y en la otra, más amplia, dirigida a Cristina de Lorena, Galileo había contrapuesto la filosofía de Copérnico a la astronomía. Había rechazado la reducción (propuesta una vez más por Bellarmino)

del discurso científico al plano de las puras hipótesis matemáticas. En el mismo momento en que rechazaba tal reducción y en que polemizaba con Bellarmino, Galileo hablaba de una "naturaleza inexorable e inmutable", en la cual se hallan presentes leyes que ella no trasciende, que no se ocupa de los hombres y que no "se acomoda" a las capacidades de comprensión de éstos. A la par de la Escritura, la naturaleza procede del Verbo de Dios. Y de las leyes inexorables que Dios le ha impuesto, la naturaleza es "observantísima ejecutora". A diferencia de lo que ocurre con los dichos de la Escritura, sus efectos están ligados con "obligaciones severas" que únicamente las experiencias de los sentidos y las necesarias demostraciones están en condición de revelar. En la carta a Cristina, Galileo concluía sus reflexiones con una cita de Tertuliano que habría gustado mucho a Francis Bacon: "Dios debe ser conocido en primer lugar a través de la naturaleza, luego, nuevamente conocido a través de la doctrina; en la naturaleza, por las obras; en la doctrina, por la predicación". El mundo verdadero y real "fabricado por las verdaderas manos de Dios, que para nuestra comprensión se encuentra siempre abierto ante nuestros ojos", al cual debe adaptarse la filosofía, es contrapuesto muchísimas veces por Galileo al "mundo pintado por los aristotélicos, totalmente acomodado a las exigencias de la doctrina peripatética, fundado en los libros y en los papeles, en la apelación a esas autoridades que, en lo que atañe a las cosas naturales, no tienen ningún valor". "No sólo a esta polémica incesante, sino también a la distinción galileana entre el Libro Sagrado y el gran libro de la naturaleza, está vinculada la frase ya demasiado célebre del *Saggiatore* según la cual la filosofía está escrita en este gran libro que nos está permanentemente abierto ante nuestros ojos (yo lo llamo el universo), pero que no se puede entender si no se aprende antes a entender la lengua y conocer los caracteres en que está escrito. Está escrito en lengua matemática, y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin cuyos medios es imposible comprender humanamente palabra alguna; sin éstos es como si giráramos vanamente en un oscuro laberinto".

El deseo de modernizar los textos lleva a menudo a resultados discutibles: el que ha visto en la discusión galileana sobre las relaciones entre la razón y la fe una posición "típica del más puro iluminismo", ha sostenido también que la frase citada expresaría tan sólo "un canon metodológico . . . una apelación al deber del científico para razonar en términos matemáticos". En realidad, Galileo está firmemente convencido de que la naturaleza, aun siendo "sorda e inexorable a nuestros vanos deseos", aun produciendo sus efectos "con maneras para nosotros inexcogitables", lleva en su propio seno un orden y una estructura armónica, de tipo geométrico. En este supuesto funda su certeza en la verdad copernicana y sobre todo la firme, tenaz y casi obstinada convicción de toda su vida, de que la ciencia no se limita a construir hipótesis, a formular discursos coherentes, a "salvar los fenómenos", sino que está en condiciones de representar la estructura física del mundo, de decir algo verdadero "sobre la constitución de las partes del universo *in rerum natura*". Un año antes de morir, esto es en enero de 1641, Galileo volverá sobre estos conceptos en una carta a Fortunati Liceti: el libro de la filosofía es esa naturaleza que está perpetuamente abierta frente a nuestros ojos, pero ese libro está escrito con caracteres diferentes de los de nuestro alfabeto, y no todos están en condición de leerlo: los caracteres de ese libro son "triángulos, cuadrados, círculos, esferas, conos, pirámides y otras figuras matemáticas, adecuadísimas para esa lectura". No había aquí contraposición con libros de poetas dominados por la fantasía; aquí, tal como se dice en el pasaje de *Saggiatore*, se halla explícitamente presente la afirmación de la *posibilidad de una lectura fundada en el conocimiento de esos especiales caracteres en que está escrito el libro que se quiere leer*. Y ante ciertas interpretaciones, hay que subrayar que Galileo, en la página del *Saggiatore* que sigue inmediatamente después de la que contiene la famosa expresión, afirma que, junto con Séneca, desea "la verdadera constitución del universo", y califica este deseo "como una magna pregunta, por mí solo anhelada" y un "infortunio" y una "miseria" el hecho de que su siglo, como estaba escrito en el *Discurso sobre los cometas* de Guiducci (en el cual él mismo había puesto manos), estuviera desprovisto de "un firme e indubitable conocimiento del orden, disposición, estados y movimientos de las partes del universo".

Las afirmaciones de Galileo tenían un sentido preciso. Su significado, a diferencia de lo que ocurre a veces en nuestro tiempo, había sido muy bien comprendido por aquéllos que en aquel siglo —comenzando por Urbano VIII— consideraron impía y peligrosa la idea de un conocimiento matemático fundado en el reconocimiento de una estructura objetiva del mundo que, en consecuencia, pudiera llegar a la verdad e igualar, de algún modo, el conocimiento divino. La posición del cardenal Barberini (futuro papa Urbano VIII) —tal como resulta de las palabras del cardenal Oregio, del memorial Buonamici, de las referencias galileanas del *Diálogo* a la "angélica doctrina . . . ante la que es forzoso aquietarse"— es muy clara en este punto: puesto que para cada efecto natural puede darse una explicación diferente de la que a nosotros nos parece la mejor, cada teoría debe moverse en el plano de las hipótesis y permanecer conscientemente en este plano.

Sólo olvidando que cada texto ha sido escrito en un período determinado, para hacer frente a ciertos adversarios y para robustecer ciertas posiciones, puede interpretarse el llamado argumento de Urbano VIII como una metodología que, anticipándose a temas presentes de la filosofía contemporánea, afirme el carácter necesariamente hipotético de toda proposición científica. No es éste lugar adecuado para largas citas de textos de los jesuitas del tardío siglo XVI: en realidad se trataba de una posición tendiente a reducir la matemática al plano de las "excogitaciones", y del "capricho", a afirmar la necesaria subalternización de la física a la metafísica, a reafirmar la inevitable sumisión del saber científico a la tradición, a la revelación y a la autoridad. El contraste entre el *hipoteticismo* de Urbano VIII y el *realismo* de Galileo —como muy bien lo ha visto uno de los más agudos historiadores de la ciencia de nuestro tiempo— era una expresión de la resistencia que oponía el pensamiento tradicional al renacimiento de Arquímedes, a la idea (estrechamente ligada a ese renacimiento) de una matemática que "no es una ciencia abstracta que explora las relaciones de un modelo de la realidad física . . . La idea de que los cuerpos de la física no se conforman a los cánones geométricos de la uniformidad, de la circularidad, etcétera, tendía a sugerir que el razonamiento matemático puede ser verdadero sólo por condiciones de imposible simplicidad" (A. R. Hall, 1963, pág. 80).

El decidido realismo galileano no implica, obviamente, la tesis de una inmediata coincidencia entre las proposiciones de la matemática y el lenguaje en que se halla escrita la naturaleza. Por el contrario, Galileo tuvo muy vivo el sentido del carácter finito y limitado del saber científico, de la imposibilidad de un conocimiento "total" de la inagotabilidad, por parte del hombre, de la realidad natural. "Extrema temeridad —escribirá en el *Diálogo*— me ha parecido siempre la de aquéllos que suelen tomar la capacidad humana como medida de lo que pueda y sepa hacer la naturaleza". La conciencia del carácter siempre incompleto de la ciencia no excluye, sin embargo, que el conocimiento humano, en las matemáticas, pueda igualar la sabiduría divina. En el *Diálogo*, con un razonamiento que parece muy "resuelto y audaz" para el aristotélico Simplicio, Salviati afirma "*extensive*, es decir, en cuanto a la multitud de los inteligibles, que son infinitos, el entendimiento humano es como nulo . . ., pero tomado el entendimiento *intensive*, en cuanto este término significa intensivamente, es decir, perfectamente en alguna proporción, digo que el intelecto humano entiende algunas tan perfectamente, y tiene de ellas tan absoluta certeza, como la tiene la mis-

ma naturaleza; y éstas son las ciencias matemáticas puras, es decir, la geometría y la aritmética, de las cuales el intelecto divino sabe infinitas proporciones más, porque las sabe todas, pero de esas pocas sabidas por el intelecto humano creo que su conocimiento iguala al divino en la certeza objetiva".

Un mundo despojado de todo significado "moral", que está escrito en lengua matemática, no sólo permite una interpretación de la realidad en términos matemáticos y cuantitativos, sino que excluye una física de tipo aristotélico fundada en las cualidades (de las que es imposible dar deducciones matemáticas); elimina cualquier tipo de consideración fundada en el relieve de la mayor o menor perfección de los cuerpos, en las causas finales.

El *Saggiatore*, publicado en el año 1623 (aunque su redacción había sido iniciada tres años antes) había nacido en el terreno de una polémica con el padre Horacio Grassi, del Colegio Romano, acerca de la naturaleza de los cometas. En él se entrelazan una irónica y a veces áspera polémica personal, una serie de críticas dirigidas contra el saber tradicional, una serie de afirmaciones que expresan, como se ha dicho, la "conciencia metódica" del nuevo saber. Encontramos desarrollada en esta obra, también otra célebre tesis galileana relativa a la distinción entre las cualidades objetivas y subjetivas de los cuerpos. Esta tesis parte de una serie de consideraciones en torno a la proposición que afirma que "el movimiento es la causa del calor". Galileo rechaza, ante todo, esa opinión según la cual el calor es un "verdadero accidente, afección y cualidad que reside realmente en la materia por la cual sentimos calentarnos". Concebir una materia o sustancia corpórea, implica concebir al mismo tiempo que posee una figura, está en relación con otras, existe en un tiempo y en un lugar determinado, se halla firme o en movimiento, toca o no toca otro cuerpo.

Pero el color, el sabor, el sonido, el olor, no son condiciones que acompañan necesariamente ese concepto. Si no estuviéramos dotados de sentidos, la razón y la imaginación no sospecharían jamás la existencia de tales propiedades. Sonidos, colores, olores y sabores, que pensamos como inherentes a los cuerpos, son solamente nombres, "sólo tienen su asiento en el cuerpo sensitivo, de manera que, suprimido el animal, quedan eliminadas y aniquiladas todas estas cualidades". Galileo no se limita a esto: afirma su "inclinación a creer" que esas materias que producen en nosotros el calor "son una multitud de corpúsculos mínimos configurados de tal y cual manera, movidos con tanta velocidad" y que su contacto con nuestro cuerpo "sentido por nosotros, es la afección que nosotros llamamos calor". Además de la figura y de la multitud de esos corpúsculos, de su movimiento, de la penetración y del contacto, no hay pues en el fuego otra cualidad. Una vez "eliminado el cuerpo animado y sensible, el calor no es otra cosa que un simple vocablo".

Tal como dirá Mersenne en la *Vérite des Sciences*, en la edad moderna se ha abierto, entre el universo del físico y el de la experiencia sensible, un abismo mucho más profundo que el que imaginaban las filosofías escépticas. El mundo real es un contexto de datos cuantitativos y mensurables, de espacio y de movimientos en el espacio. Y el saber científico está en condiciones de distinguir lo que hay en el mundo de objetivo y real, como asimismo lo que pertenece a la esfera relativa, subjetiva y fluctuante de la percepción sensible. Bien sabido es que estas tesis galileanas constituyen un paso de importancia decisiva hacia esa "exclusión del hombre" del mundo de la naturaleza y del universo de la física, característica de los orígenes de la ciencia moderna. Semejante exclusión se presenta como el supuesto de dos entre las más características operaciones de la nueva ciencia: la adopción de un modelo mecanicista para la explicación y comprensión del mundo; y la definitiva eliminación de las causas finales en el mundo de la física. Por cierto que no es casual que la física de Aristóteles se halle estrechamente ligada a su biología y que, por el contrario, la biología del siglo XVII y del siglo XVIII asuma como su propio modelo, la física.

Los pasajes en los que Galileo hace referencia a una posición atomista-democritea son singularmente importantes. Sobre este tema volverá Galileo cuando discurra, en la primera jornada de los *Discursos* acerca del fenómeno de la cohesión. Simplicio mencionará con desprecio a "cierto filósofo antiguo", aconsejando a Salviati no tocar semejantes argumentos "discordantes en la mente bien templada y organizada de V. S., no sólo religiosa y piadosa, sino católica y santa". Pero la referencia a la doctrina de los "corpúsculos" contenida en el *Saggiatore*, no escapó a la vigilante atención del padre Grassi. En su réplica (la *Ratio ponderum librae et simbellae* de 1624) ponía de manifiesto las semejanzas de las tesis galileanas con las de Epicuro, negador de Dios y de la Providencia. La reducción de las cualidades sensibles al plano de la subjetividad, lleva a un abierto conflicto con el dogma de la Eucaristía porque (y es ésta una objeción a la que también Descartes tendrá que hacer frente), cuando las sustancias del pan y del vino son transubstanciadas en el cuerpo y en la sangre de Cristo, están presentes también las apariencias externas: el color, el sabor, etcétera. Para Galileo se trata de nombres, y para los nombres no sería necesaria la intervención milagrosa de Dios. Puede ser también, como se ha escrito, que Galileo carezca de conciencia filosófica. Lo cierto es que estas ideas suyas tienen una importancia histórica decisiva: si el universo tiene una estructura matemático-geométrica, si es un contexto de datos cuantitativos y mensurables, de espacio y de movimientos en el espacio, si la matemática puede ponerse como instrumento privilegiado de comprensión de la realidad, no se dan en el libro de la naturaleza capítulos separados entre sí: esos métodos que se han aplicado a las investigaciones en el cielo, sirven ahora también para el capítulo de la física, y podrán servir mañana para el estudio de los organismos vivientes.

Las ideas expuestas por Galileo resultan, sin duda, de una serie de temas que en la cultura europea tienen una antigua y remota tradición. Están vinculadas con los nombres de Platón, Arquímedes, Demócrito, Epicuro. Mucho se ha hablado de una mezcolanza ocasional de ideas tradicionales a las que recurrió Galileo por razones contingentes de polémica. No comparto esta opinión. Ese idealismo matemático, combinado con la herencia del "divino Arquímedes" y con una concepción de tipo atomista, estaba destinada a tener una fuerza explosiva en nuestra historia.

Los Máximos Sistemas

La elección a la silla pontificia de Maffeo Barberini (el 6 de agosto de 1623), que siempre había demostrado gran admiración por Galileo, protegiéndolo en los difíciles días de 1616, hizo nacer grandes esperanzas en el ánimo de Galileo; pareció abrir nuevas posibilidades. En este clima, Galileo se sintió impulsado a retomar, aunque con mayor cautela, su no fácil batalla. Así nacieron la *Respuesta* a las confutaciones del sistema copernicano del jurista ravenés Francisco Ingoli, y el proyecto de un *Diálogo sobre el flujo y reflujo del mar*. Era la reanudación de aquel gran proyecto de una obra *De systemate seu constitutiones universi* a la que Galileo se había referido ya en 1610, durante los meses de jubiloso fervor que habían seguido a la publicación del *Sidereus Nuncius*. Galileo se había ocupado ya del problema de las mareas en un *Discurso* escrito en enero de 1616 bajo forma de carta al cardenal Alejandro Orsini. La solución propuesta por Galileo —que interpreta el fenómeno erróneamente, como provocado por la combinación de los dos movimientos, de rotación diurna y de revolución anual de la tierra— habría tenido que constituir una prueba decisiva y difícilmente confutable —la tan buscada prueba física— del movimiento de la tierra y de la verdad copernicana.

Las argumentaciones galileanas serán insertadas en la cuarta jornada del *Diálogo*. En esencia, sólo fueron razones de prudencia las que impulsaron a Galileo a aceptar un título menos comprometedor y decididamente neutral: *Diálogo . . . sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*. El llamado "tercer sistema del

mundo", de Tycho Brahe, que había sido acogido con especial simpatía en los ambientes jesuítas, quedaba excluido, desde el título mismo, de toda seria consideración. Pero en el prefacio *al discreto lector,* como en las palabras conclusivas de la obra, Galileo demostraba adherirse plenamente a aquel argumento de Urbano VIII al que se ha hecho referencia: "He tomado en el discurso la parte copernicana, procediendo en pura hipótesis matemática", escribe Galileo en el prefacio. Y prosigue afirmando que la obra fue escrita para demostrar a los protestantes y a las otras naciones del mundo que la condena pronunciada por la Iglesia en 1616 no había nacido en el terreno de la ignorancia científica ni en el de una información escasa, sino en las razones que nos suministran "la piedad, la religión, el conocimiento de la divina omnipotencia y el conocimiento de la debilidad del ingenio humano". Por estos motivos, y no por debilidad especulativa, se ha aseverado "la firmeza de la Tierra (y ha sido tomado) lo contrario solamente por capricho matemático". La argumentación capciosa, la cautela de la premisa y la referencia de la conclusión a la "angélica doctrina", no serán de manera alguna suficientes para evitarle a Galileo la tragedia de la derrota y de la humillación.

Pero el tono del *Diálogo* es muy distinto, sumamente alejado de estas actitudes de prudente y diplomática cautela. De los tres personajes, Simplicio es el aristotélico defensor del saber constituido, no ingenuo ni negado, a veces presuntuoso y opaco, ligado siempre y en toda ocasión, más allá de cualquier esfuerzo, con la veneración por la autoridad, con un ideal de orden que descansa en la antigua tradición, que le parece inmodificable y le hace parecer peligrosa toda tesis que se aparte de esa tradición: "Este modo de filosofar tiende a la subversión de toda la filosofía natural y a desordenar y poner en crisis al cielo, a la tierra y a todo el universo." Salviati representa la figura del científico, calmo y mesurado, que a la seguridad límpida y firme de las propias y razonadas convicciones, une la disposición al diálogo y la paciencia en la argumentación . Sagredo es el espíritu libre y desprejuiciado, sensible a lo nuevo, capaz de llevar adelante el discurso y de destacar sus implicaciones, pronto al entusiasmo y a la ironía: representa el público al que se dirige el *Diálogo.* La obra escrita deliberadamente en lengua vulgar, no tiene por cierto la intención de convencer a los "profesores" representados por Simplicio. El público al que Galileo quiere convencer es el de las cortes, de las nuevas capas intelectuales, de la burguesía y del clero. De aquí derivan el tono aparentemente ligero de la conversación, las continuas digresiones, el aparente desorden del debate, el alternarse de prudentes discursos con críticas tajantes; "no se trata solamente de convencer, de persuadir, de demostrar; también se trata, quizás sobre todo, de llevar gradualmente al lector *honnête homme,* a poder ser persuadido y convencido, a poder comprender la demostración y a recibir su prueba" (A. Koyré, 1939, III, págs. 202-3). Pero no se trata sólo de razones de oportunidad "didáctica". El *Diálogo,* que está totalmente dirigido a demostrar la verdad de la *cosmología* copernicana y a esclarecer la insostenibilidad de la física y de la cosmología de Aristóteles, no afronta los problemas de carácter técnico relativos a la complejidad de los movimientos planetarios y a la explicación de los mismos. A diferencia de Copérnico, Galileo hace coincidir el centro de las órbitas con el sol, y presenta el sistema astronómico copernicano en una forma extremadamente simplificada, que no da razón de ningún modo de las observaciones sobre el movimiento de los planetas. Como se ha sostenido con toda justicia, tenía mucha más confianza en su principio de mecánica según el cual los cuerpos tienen tendencia a mantenerse en movimiento uniforme circular, que en la exactitud de esas mediciones a las cuales, en el correr de esos años se había dedicado Kepler con inagotable paciencia. Incluso la falta total de consideración por los grandes descubrimientos keplerianos (la teoría elíptica de los movimientos planetarios fue anunciada en la *Astronomia nova* en 1609) debe verse a la luz de esta actitud.

La primera de las cuatro jornadas de que se compone el diálogo demuestra la insostenibilidad de la "fábrica del mundo" aristotélica, fundada en la división entre el incorruptible mundo celeste y el mundo de los elementos, sujeto a la alteración y a la mutación. Aristóteles afirmó que el testimonio de los sentidos debe anteponerse a todo discurso, aunque sea aparentemente fundado; "y, sin embargo —objeta Salviati a Simplicio—, filosofarás más aristotélicamente diciendo que el cielo es alterable porque así me lo muestran los sentidos, que si dijeras que el cielo es inalterable porque así lo ha dicho Aristóteles". Esa "lejanía de los sentidos" que hacía imposible la observación de las cosas celestes al gran filósofo griego, fue vencida por el anteojo. Pero no son solamente las montañas de la Luna ni las manchas del Sol las que nos constriñen a abandonar la tradicional imagen del mundo. Esta teoría, aparentemente tan orgánica y tan estable, revela en su propio seno fallas y contradicciones; parte de la perfección de los movimientos circulares para afirmar la perfección de los cuerpos celestes, y se vale luego de esta última noción para sostener la perfección de esos movimientos: "A las últimas palabras del señor Simplicio respondo: ninguna de las condiciones por las cuales Aristóteles hace diferir los cuerpos celestes de los elementales tiene otra subsistencia que la que él deduce de la diversidad de los movimientos naturales de



1



2

1. *Galileo en 1624.*

2. *Frontispicio del* Saggiatore, *Roma, 1623. Florencia, Biblioteca Nacional Central, Banco Rari 173* (Pineider).



1. Cubierta de una de las copias manuscritas de las Operaciones del compás geométrico y militar. *Florencia, Biblioteca Nacional, Gal.* 37 (Pineider)

2. Cosme II de Médici, en un grabado de 1609. Florencia, Museo Mediceo (Alinari).

éstos y de aquellos; de manera que, negado que el movimiento circular sea sólo de los cuerpos celestes, y afirmado que convenga a todos los cuerpos naturales móviles, por necesaria consecuencia es preciso decir que los atributos de generable o ingenerable, alterable o inalterable, fraccionable o infraccionable, etcétera, convendrán igualmente y comúnmente a todos los cuerpos del mundo, es decir, tanto a los celestes como a los elementales, o que malamente y con error Aristóteles haya deducido del movimiento circular los (atributos) que asignó a los cuerpos celestes."

Este paso es muy importante: afirma la existencia de *una sola física,* de *una sola ciencia del movimiento válida tanto para el mundo terrestre como para el mundo celeste.* La destrucción de la cosmología de Aristóteles comporta necesariamente (y éste es el objetivo principal del *Diálogo*) la destrucción de su física. Esto resulta particularmente evidente en la segunda jornada del *Diálogo,* dedicada a un análisis cuidadoso y a uno minuciosa, paciente confutación de todos los argumentos principales —antiguos y "modernos"— habitualmente aducidos contra el movimiento de la tierra. Los pesos caen verticalmente sobre la superficie de la tierra; lo mismo ocurre con los proyectiles lanzados perpendicularmente a lo alto: "argumentos necesariamente concluyentes a favor de que su movimiento es hacia el centro de la tierra, la que sin moverse para nada los espera y recibe". Y las cosas que "se demoran largamente en el aire", como las nubes, ¿no deberían parecernos continuamente en movimiento de oriente a occidente? ¿Y el vuelo de los pájaros cómo podría mantenerse detrás del velocísimo movimiento de la tierra? Aún más: si corriendo a caballo sentimos el aire que nos azota el rostro, "¿Qué viento deberíamos sentir perpetuamente desde oriente, llevados en tan rápida carrera contra el aire?" Si una culebrina tira un proyectil hacia el oriente, y luego, con el mismo disparo y la misma elevación, otro hacia el occidente, el alcance de este último tiro debería ser mucho mayor que el del primero porque, mientras la bala viaja hacia occidente el cañón se desplaza hacia oriente transportado por la tierra en movimiento. En una nave inmóvil, argumenta finalmente Simplicio, retomando una tesis de la que se había valido también Tycho Brahe, si se deja caer una piedra desde lo alto del árbol, la piedra "descendiendo en perpendicular tiene que golpear sobre el pie del árbol"; en cambio, en una nave en movimiento, la piedra cae según una línea oblicua, lejos de la base del árbol, hacia la popa del navío. El mismo fenómeno, admitido que la tierra se mueva tan velozmente, debería verificarse cuando se deja caer una piedra desde lo alto de una torre. Hay un punto en el cual Simplicio mintió inconscientemente: la experiencia en la nave no se realizó nunca. La respuesta

de Galileo sobre este delicado argumento es muy significativa: "Quienquiera que la emprenda, hallará que la experiencia muestra todo lo contrario de lo que está escrito." Pero en realidad no hace falta llevar a cabo esa experiencia: "Aun sin experiencia el efecto seguirá... porque así es necesario que siga." Contra todos los argumentos anticopernicanos Galileo opone, por boca de Salviati y de Sagredo, el *principio de la relatividad de los movimientos*. Principio que sirve par romper y destruir todas las estructuras, aparentemente estables y sólidas de todas esas "experiencias". "Sea, pues, principio de nuestra contemplación, considerar que cualquier movimiento que se atribuya a la tierra, es preciso que nosotros, como habitantes de ella y en consecuencia partícipes del mismo, nos resulte completamente imperceptible y como si no existiera mientras nosotros miramos las cosas terrestres." El ejemplo aducido por Salviati como "último remate de la nulidad de todas las experiencias aducidas" es de una lucidez ejemplar y ha ganado justa celebridad: "Encerráos con algún amigo en la más grande habitación que haya bajo la cubierta de un gran navío, y procurad que haya aquí moscas, mariposas y semejantes bichos voladores; procurad también un vaso de agua de gran tamaño, con pececillos dentro; suspended también en lo alto un baldecito del que, gota a gota, vaya cayendo el agua en otro recipiente de boca angosta, situado abajo; y hallándose quieto el navío... observad que se darán diligentemente todas estas cosas..., haced andar la nave con toda la velocidad que queráis; pues (con tal de que el movimiento sea uniforme y no fluctuante de un lado a otro), no reconoceréis el mínimo cambio en todos los efectos mencionados, ni por ninguno de ellos podréis daros cuenta si la nave camina o está quieta... las gotas caerán igual que antes en el recipiente inferior, sin que algunas caigan hacia el lado de popa, por más que, mientras la gota está en el aire, el navío se desplace muchos palmos..."

La afirmación de la relatividad de los movimientos tiene consecuencias de gran importancia: implica que no es posible atribuir el movimiento a un cuerpo considerado en sí mismo. Como lo ha aclarado A. Koyré en algunas páginas magistrales, esto quiere decir que el movimiento no provoca cambio alguno en el cuerpo ya sea en movimiento o en reposo. Es el fin de la concepción (común a la doctrina aristotélica y a la teoría medieval del *impetus*) de un movimiento que necesita de un *motor* que lo produzca y que lo *conserve en movimiento* durante el movimiento. Reposo y movimiento son dos *estados persistentes* de los cuerpos. En ausencia de resistencias exteriores, para detener un cuerpo en movimiento hace falta una fuerza. No es la fuerza la que produce el movimiento, sino la aceleración. Galileo ha abierto el camino que llevará a la formulación del principio de inercia.

También en este caso se trata de una verdadera revolución intelectual, de la ruptura de una serie de esquemas mentales que tienen muy remotos orígenes. Abandonar estos esquemas quiere decir renunciar a la imagen de un universo construido a la medida del hombre. Para darse cuenta de esto bastará leer algunas líneas de Tomás Hobbes hacia mediados del siglo XVII: "Es una verdad de la que nadie duda, que cuando un cuerpo se halla en reposo, quedará en reposo para siempre mientras no lo mueva algo. Pero no se admite con igual facilidad que un cuerpo en movimiento permanezca eternamente en movimiento mientras algo no lo detenga. Aun cuando la razón sea la misma, o sea que nada puede cambiar a sí mismo. Depende del hecho de que los hombres miden no solamente a los otros, sino todas las otros cosas, por sí mismos, y como ellos, después del movimiento, caen en un estado de pena y de cansancio, piensan que todas las cosas caen en el cansancio por moverse y busquen espontáneamente el reposo."

La fuerza de las abstracciones

El derrumbe de la tradicional visión del cosmos —al que tan decisiva contribución dio Galileo— está estrechamente vinculado con esos análisis del problema del movimiento que lo ocuparon durante toda su vida: desde la época en que, en los años de su estadía en Pisa, compone el *De motu* (1590), hasta los *Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias*, escritos en los años de la ancianidad, después de la tragedia del segundo proceso y la reprobación pública de la doctrina copernicana. En el curso de estos cincuenta años Galileo elabora una serie vastísima de investigaciones y afronta una cantidad de problemas: el isocronismo de las oscilaciones pendulares, la caída de los cuerpos, el movimiento de los proyectiles, la cohesión, la resistencia de los sólidos, etcétera. En este largo período de tiempo asume, aun en cuestiones de fondo, distintas posiciones que resultan de una mayor profundización, de la rectificación de errores cometidos, o que son, en algunos casos, expresiones de verdaderos "cambios" conceptuales. Pero, en este largo período de tiempo, hay un elemento que persiste con firme continuidad: está constituido por la consciente adhesión a los planteamientos formulados por el "sobrehumano Arquímedes que no nombro nunca sin sentir admiración" y a esa física cuantitativa que permite sustituir por una nueva ciencia la de Aristóteles.

Ya en la época del *De motu* Galileo rechazó la concepción de una realidad material que constituya un obstáculo para la aplicación de la matemática. Había rechazado, en otros términos, el plano de la experiencia cotidiana y del sentido común, el plano de esas nociones que resultan inmediatamente conexas a lo que habitualmente denominamos "realidad": hay que suponer la ausencia de toda resistencia, imaginar que el movimiento se produce en el vacío, que el plano sea "de cualquier manera incorpóreo" (*quodammodo incorporeum*), que el móvil sea perfectamente esférico, que una pequeña fuerza sea suficiente para poner movimiento una esfera grande, etcétera. De la física aristotélica y de la del *impetus* se pasa gradualmente al plano de una física matemática. No es por casualidad que en el *Diálogo* y en los *Discursos* Simplicio se opone muchas veces a la introducción —en el discurso físico y en la ciencia natural— de las "exquisitas" consideraciones de tipo matemático. Estaría dispuesto a admitir que la velocidad de un cuerpo sobre un plano horizontal se mantiene indefinidamente. Pero no logra apartarse de la "materia"; quisiera tener la garantía de que la materia de la cual está compuesto ese cuerpo "tuviera duración". Salviati debe explicarle que la fragilidad del móvil, como la resistencia del aire, es uno de los tantos "impedimentos exteriores y accidentales". Una vez que tales impedimentos han sido mentalmente eliminados, las consecuencias geométricas a que se refiere Galileo son aplicadas, en cambio, a las mutaciones empíricas: "Cuando el filósofo geómetra quiere reconocer en concreto los efectos demostrados en abstracto, tiene que eliminar los impedimentos de la materia; y os aseguro que si lo sabrá hacer, descubrirá las cosas."

El camino seguido por Galileo para llegar a la formulación de la ley del movimiento uniformemente acelerado, ha sido recorrido anteriormente, a veces con gran finura de análisis, por los historiadores de la ciencia. La rigurosa formulación contenida en la tercera jornada de los *Discursos* se coloca al término de un proceso de cada vez más rigurosa abstracción de todo elemento sensible y cualitativo. En el *De motu* aún encontramos presentes los conceptos de pesantez de los cuerpos, de movimiento natural hacia abajo debido a la pesantez, de *vis impressa*, entendida como "levedad temporal" que prevalece sobre la "natural gravedad": la velocidad de caída es considerada como dependiente de la densidad o del peso específico de los cuerpos. La investigación de las causas, aún presente en las obras del período juvenil, es sustituida más tarde por un tipo de consideración exclusivamente cinética: se concibe la velocidad como directamente proporcional al espacio recorrido. También esta hipótesis, aceptada en una primera etapa, es abandonada a favor de la afirmación de una proporcionalidad con el tiempo, que tiene mucho menor evidencia intuitiva: "Si un móvil desciende, a partir del estado de reposo, con movimiento uniformemente acelerado,

los espacios por él recorridos en tiempos *cualquiera* . . . están entre sí como los cuadrados de los tiempos." El problema que se plantea Galileo en el pequeño tratado latino sobre el movimiento uniformemente acelerado, insertado en los *Discursos,* es el de encontrar una definición de ese movimiento que sea "exactamente congruente . . . con esa forma de aceleración de los pesos descendentes de que se sirve la naturaleza". A esta definición llegó Galileo "casi llevado de la mano" de la comprobación de que la naturaleza hace uso, en todas sus obras, de "los medios más inmediatos, más simples y más fáciles". Una piedra que cae de lo alto a partir del estado de reposo, adquiere sucesivamente nuevos incrementos de velocidad. "¿Por qué no tengo que creer que esos aumentos se producen de la manera más simple y más obvia?" (*simplicissima atque magis obvia ratione*). Para Galileo, los caminos más simples y obvios son los "que consienten un aumento o incremento que aumenta siempre del mismo modo". A esta exigencia corresponden igualmente dos posibilidades: 1) la de una proporcionalidad de la velocidad con el espacio; 2) la de una proporcionalidad de la velocidad con el tiempo. La elección efectuada por Galileo en los *Discursos* entre estas dos posibilidades (que le parecen equivalentes desde el punto de vista de la simplicidad) está ligada con su errónea demostración de las contradicciones de la primera de estas dos hipótesis. Y no pocos historiadores y metodólogos de la ciencia se han detenido largamente en el hecho de que Galileo haya llegado, en este caso como en otros, a una conclusión verdadera sobre la base de un procedimiento técnicamente errado.

Aquí nos interesa destacar, en cambio, a título de ejemplificación, el característico modo de proceder galileano: la *uniformidad* del movimiento ha sido establecida sobre la base de la igualdad de los tiempos y de los espacios: "mediante una misma subdivisión unifirme del tiempo, podemos concebir que los incrementos de velocidad se producen con la misma simplicidad". Y ello es posible porque establecemos en abstracto (*mente concipientes*) "que resulte uniformemente y . . . continuamente acelerado ese movimiento que en tiempos iguales, tomados de cualquier manera, adquiere iguales cambios de velocidad", Sagredo observa que la definición es arbitraria, que está "concebida y admitida en abstracto" y que puede dudarse de que ella se adapte a la realidad y se verifique en la naturaleza. Al término de la larga demostración, Simplicio adelanta la misma objeción: "Quedo muy bien convencido de que el asunto tiene que ocurrir así, planteada y recibida la noción del movimiento uniformemente acelerado. Pero si tal es la aceleración de que se sirve la naturaleza en el movimiento descendente de sus pesos, todavía me quedo en la duda; y, sin embargo, *por inteligencia mía y de otros*



1

1. *La villa "Il Gioiello", en Arcetri* (Malvisi).

semejantes a mí, me parece que habría sido oportuno en este lugar, traer alguna de esas experiencias de las que se ha dicho que hay muchas, y que en diferentes casos concuerdan con las conclusiones demostradas."

Es en este punto, y para responder a esta observación, que Galileo inserta en los *Discursos* la celebérrima narración de la experiencia de la canaleta inclinada, "directísima, bien pulida y lisa", dentro de la cual se hace rodar una bola de bronce durísimo "bien redonda y pulida". La enunciación de la ley no ha sido extraída de esta experiencia. Y Galileo en esa misma página lo afirma con todas las letras: la experiencia ha sido realizada "para reafirmar que la aceleración de los pesos naturalmente descendentes sigue en la proporción indicada". Esa experiencia, como se ha señalado muchas veces, constituye sólo una verificación indirecta de la ley: muestra que la *distancia* es proporcional al cuadrado de los tiempos. *Hecho* es para la ciencia galileana sólo lo que puede alcanzarse sobre la base de precisos criterios de carácter teórico. La interpretación de los datos de la experiencia puede realizarse sobre la base de tesis preestablecidas. Esos resultados de la experiencia que se apartan de ellas, son interpretados como "circunstancias perturbadoras". En relación con este mismo problema, he aquí un ejemplo de tal manera de proceder: "Yo argumento, *ex suppositione,* imaginándome un movimiento hacia un punto, el cual, partiendo del reposo, va acelerándose, creciendo su velocidad con la misma proporción con la cual crece el tiempo; y de esta manera demuestro en forma concluyente muchos accidentes: agrego después que si la experiencia mostrara que tales accidentes se encontraran verificados en el movimiento de los pesos naturalmente descendentes, podríamos afirmar sin error que éste es el movimiento mismo que he definido y supuesto; y en cuanto no sea así, mis demostraciones, elaboradas sobre mi propia suposición, nada perdían de su fuerza y concretez; así como nada perjudica las conclusiones demostradas por Arquímedes acerca de la espiral el hecho de que no se encuentre en la naturaleza ningún móvil que espiralmente de esa manera se mueva." Aun más explícito sobre este punto es el galileano Torricelli: "Finjo y supongo que algún cuerpo se mueve hacia abajo y hacia arriba según la conocida proporción y horizontalmente con movimiento uniforme. Cuando esto ocurra, digo que seguirá todo cuanto ha dicho Galileo y yo mismo. Si las bolas de plomo, de hierro, de piedra, no observan esa supuesta dirección, peor para ellas: diremos que no hablamos de ellas."

Sólo teniendo presentes consideraciones de este tipo puede resultar verdaderamente comprensible el entusiasmo de Galileo por la audacia de la hipótesis copernicana, por la capacidad que tuvieron tanto Aristarco como Copérnico, de anteponer la *razón* y el *discurso* a las *experiencias*: "... y no puede admitir bastante la eminencia del ingenio de aquellos que la han recibido y considerado verdadera, y con la vivacidad de su intelecto han dado tanta fuerza a sus sentidos hasta poder anteponer lo que les dictaba el discurso a lo que las experiencias sensibles le mostraban tan abiertamente como contrario."

Los "intelectos especulativos" y la práctica de los mecánicos

Los aspectos sobre los cuales nos hemos detenido, son aspectos fundamentales en la metodología galileana que no es el caso de dejar en silencio para defender, en polémica con Koyré, el retrato de un Galileo antiplatónico, experimentalista y empirista. Del mismo modo, no es posible transformar en una suerte de instrumentalismo, lo que fue la inconmovible fe galileana en un mundo objetivamente estructurado conforme a las leyes de la matemática, escrito en caracteres geométricos. Pero el haber subrayado las dudas profundas de Galileo hacia el llamado "platonismo", no autoriza a olvidar ni a relegar a segunda línea, como episodios irrelevantes, el significado del interés de Galileo por el trabajo y las operaciones de los técnicos, ni su pasión por la observación, la medida, el diseño, ni la construcción (en el taller anexo a su estudio de Padua) del compás geométrico-militar y del termobaroscopio, ni, en fin, sus investigaciones sobre la resistencia de los materiales y sus innumerables cartas dedicadas a discutir y analizar los problemas vinculados con la construcción de puentes, con la canalización, con la elevación de las aguas, con la balística, con las fortificaciones. Y es Galileo, es el "platónico" Galileo, quien va en busca de noticias entre los navegantes y descubridores españoles, y afirma que las "historias, esto es, las cosas sensibles, son los principios sobre los cuales se edifican las ciencias".

Haciendo referencia a la posición que asume Galileo respecto del telescopio, hemos subrayado ya el significado y el alcance revolucionario de la actitud que lo caracteriza frente a la técnica y a los instrumentos.

A este respecto, no está de más recordar aun una vez el célebre comienzo de los *Discursos,* donde no sólo se halla presente la tesis de que el "filosofar" deba tomar en consideración muy atenta el trabajo de los técnicos y ejercitarse sobre la práctica de los artesanos, sino que reconoce explícitamente que la obra de los artesanos superiores, en la que se acumula la experiencia de generaciones, constituye una ayuda para la investigación de los "intelectos especulativos": "amplio campo de filosofar para los intelectos preclaros me parece que suministra la frecuentación de vuestro famoso arsenal, Señores Venecianos, y en particular, esa parte que se designa mecánica; dado que aquí toda clase de instrumento y de aparato es continuamente utilizada por gran número de artífices, entre los cuales tanto por las observaciones hechas por sus antecesores como por las que por propio advertencia están realizando continuamente por sí mismos, fuerza es que los haya expertísimos y de finísimo discurso". La conversación con estos mecánicos, agrega Sagredo, me ha ayudado muchas veces "en la investigación sobre las razones de ciertos efectos no sólo maravillosos, sino todavía recónditos y casi inopinables".

Esta página, tantas veces citadas, es sin duda muy significativa, aun cuando, frente a las interpretaciones que en los *Discursos* ven un manual práctico para ingenieros y técnicos de diversa naturaleza, convendrá que en Galileo se encuentra siempre viva y siempre activa la conciencia de que la elaboración de una teoría, la construcción de un modelo abstracto, transfiere a otro plano o, como él mismo dice, "supera por infinito intervalo" los testimonios y las observaciones de los empíricos y de los técnicos. Las páginas de los *Discursos* dedicadas al movimiento de los proyectiles implican, sin duda, el estudio atento y directo de las operaciones efectuadas por los cañoneros, pero, y he aquí las palabras de Sagredo, "llena de admiración y al mismo tiempo de deleite es la fuerza de las demostraciones necesarias, cual lo son tan sólo las matemáticas. Ya sabía yo, por la fe que he prestado a los relatos de muchos bombarderos, que de todos los disparos del cañón de la artillería o del mortero, el máximo, es decir, lo que conduce a la bala a mayor distancia, era el que se hacía a la elevación de medio ángulo recto, ... pero comprender la razón por la que así ocurre, supera por infinito intervalo la simple noticia obtenida por los testimonios de otros, e incluso por muy reiteradas experiencias". También la respuesta de Salviati merece ser subrayada: "Vuestra Señoría muy verídicamente discurre: y el conocimiento de un solo efecto adquirido por sus causas, abre nuestro intelecto para comprender y asegurarnos de otros efectos sin necesidad de recurrir a las experiencia, como ocurre precisamente en el presente caso."

La física y la cosmología

Como hemos visto, las investigaciones físicas ocupan un lugar central en el pensamiento y en la obra de Galileo. No nos animamos, sin embargo, a compartir un juicio muchas veces repetido, según el cual la astronomía galileana no sería más que una extensión y un desarrollo de las investigaciones de la física. Por el contrario: el copernicanismo de Galileo y su cosmología ejercen una influencia determinante en las mismas investigaciones sobre dinámica. Hacer mover tan sólo a la Tierra, sostiene en el *Diálogo,* equivale a hacer mover a todo

el resto del mundo, "puesto que la operación de tal movimiento no está en otra cosa que en la relación que se da entre los cuerpos celestes y la Tierra, relación que es la única que se altera". Un paso de este género se presta fácilmente a una serie de brillantes consideraciones, aun cuando no debe olvidarse nunca que en la cosmología galileana se halla siempre implícitamente presente un punto de referencia absoluto.

Nos hemos referido ya a la doctrina de la relatividad de los movimientos. Sin embargo, debe insistirse en que el llamado principio de la "relatividad galileana" (sobre la base de las observaciones mecánicas realizadas en el interior de un sistema no puede decidirse si el sistema mismo se halla en reposo o en *movimiento rectilíneo uniforme*) no corresponde al que efectivamente formuló Galileo, quien aspiraba a demostrar, mediante esa doctrina, la imposibilidad, para un observador colocado sobre la tierra, de percibir el movimiento de *rotación* de la misma tierra. Galileo enuncia una doctrina mucho más "amplia", según la cual un movimiento común a todos los cuerpos que forman un determinado sistema no ejerce ninguna influencia sobre el comportamiento recíproco de esos cuerpos, y por consiguiente no puede ser demostrado nunca en el interior de ese sistema. No se trata de una leve diferencia, pues el llamado principio clásico de relatividad implica, como es obvio, el concepto de un *movimiento rectilíneo uniforme* y la aceptación del principio de inercia (por el cual cada cuerpo persevera en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme mientras no intervenga una fuerza que modifique ese estado).

Galileo nunca formuló este principio, que se encuentra en las raíces mismas de la dinámica moderna, y no lo formuló precisamente a causa de la acción que ejercían sobre sus investigaciones físicas sus propias convicciones cosmológicas. En el *Diálogo*, Galileo imagina un plano horizontal, una "superficie ni empinada ni en declive" sobre la cual el móvil será indiferente "entre la propensión y la resistencia al movimiento". Una vez que "le fuera dado impulso", el movimiento duraría por todo el largo del plano "y si tal espacio fuera indeterminado, el movimiento sería de igual modo sin término, es decir, perpetuo". La superficie de la que aquí habla Galileo, no es un plano totalmente horizontal (tangente a la superficie terrestre); es un plano "que en todas sus partes se halla igualmente distante del centro de la tierra": es una superficie esférica cuyo centro es el centro de la tierra.

"La superficie inclinada es la que adquiere proximidad con el centro, y la empinada apartamiento ... por lo tanto, una superficie quo tuviera que ser ni empinada ni en declive ,necesitaría que todas sus partes estuvieran igualmente distantes del centro. Pero ¿existe en el mundo alguna superficie semejante? ... está la de nuestro globo terrestre, pero si fuera bien pulida".

Sobre las razones que impulsan a Galileo en esta dirección son esclarecedoras esas páginas de la primera jornada del *Diálogo* en las que Galileo, manteniendo firma la distinción aristotélica entre movimientos naturales e innaturales, sostiene el carácter *natural* del movimiento circular y la *imposibilidad* de un movimiento rectilíneo constante: siendo el movimiento recto por propia naturaleza infinito, porque infinita y sin término es la línea recta, es imposible que ningún móvil tenga por naturaleza el principio de moverse en línea recta, esto es, hacia donde es imposible llegar, no habiendo término prefinito. El movimiento rectilíneo podría atribuirse, "fabulando", a los cuerpos que se movían "en el primer caos", cuando las materias indiferenciadas vagaban en desorden. Pues esos movimientos rectilíneos que tienen por característica el "desordenar" los cuerpos bien constituidos, son capaces en cambio de ordenar los malamente dispuestos. Pero después de la óptima distribución y la perfecta disposición de las partes que constituye la estructura misma del mundo, es imposible que en los cuerpos quede "natural inclinación para moverse en movimiento rectilíneo, del que ahora sólo seguiría el volverse a mover desde el propio y natural lugar, o sea el desordenarse". El movimiento recto puede servir, para "llevar las materias para hacer la obra, pero, una vez hecha la obra, debe quedar inmóvil o, si móvil, moverse sólo circularmente". Con Platón podríamos así "imaginarnos" que el cuerpo de un planeta, por ejemplo Júpiter, se haya hecho primitivamente con movimiento recto y acelerado y que a continuación, una vez alcanzado cierto grado de velocidad ,ese movimiento recto se haya convertido en movimiento circular "la velocidad del cual conviene que sea uniforme".

No es que Galileo se esté deleitando con la mitología platónica. Retoma el argumento con mayor amplitud en el curso del diálogo, cuando Salviati discute sobre las características de los movimientos circulares que no engendran desorden, que recorren una circunferencia en la cual cada punto es al mismo tiempo el primero y el último término de la circulación: "siendo éste un movimiento que hace que el móvil parte siempre y siempre llega al término, puede primeramente ser el solo uniforme". En efecto, la aceleración del movimiento deriva de la inclinación del móvil hacia el término del movimiento, su retardo deriva del rechazo a alejarse de este término: en cambio, en el movimiento circular, el móvil "siempre parte de término natural, y siempre se mueve hacia el mismo, por lo tanto el rechazo y la inclinación son en él siempre de fuerzas iguales, de cuya igualdad resulta una velocidad no retardada ni acelerada, es decir, la uniformidad del movimiento" . La "continuación perpetua", que en una "línea sin término no puede encontrarse naturalmente", deriva de esta uniformidad y del hecho de que el movimiento circular "tiene término": "en consecuencia, concluyo que sólo el movimiento circular puede convenir naturalmente a los cuerpos naturales que integran el universo y que están constituidos en la óptima disposición; y que el movimiento recto es asignado por la naturaleza a sus cuerpos y a las partes de éstos, toda vez que se encuentren fuera de sus propios lugares, constituidos en incorrecta disposición".

En el análisis de la composición de los movimientos, desarrollado en los *Discursos*, Galileo llegará a apartarse en forma parcial —limitadamente a un problema particular, el del movimiento de los proyectiles— de estos supuestos. Las páginas de la cuarta jornada son justamente famosas: en ellas Galileo demuestra que la trayectoria de un proyectil es una parábola resultante de la combinación de dos movimientos independientes y *que no se interfieren entre sí*: un movimiento uniforme hacia adelante según la horizontal, y un movimiento uniformemente acelerado hacia abajo según la vertical. Se trata de una gran conquista; del fin de todo un modo tradicional de considerar el movimiento. Y sin embargo, no es el caso de eliminar, como si no hubieran sido escritos, algunos textos de Galileo, y olvidar que justamente en estas mismas páginas apela una vez más a la cosmología platónica expuesta ya en el *Diálogo*, reafirmando que el movimiento circular "es el único capaz de mantenerse ecuable, girando siempre sin alejarse ni aproximarse a cualquier término prefijado".

"La naturaleza no se mueve hacia donde no es posible llegar": esta frase, literariamente tan seductora, expresa uno de los mayores obstáculos que el copernicano Galileo no alcanzó a superar. Permanece atado a la imagen del movimiento como paso de un lugar a otro lugar.

El movimiento en círculo es para Galileo el movimiento natural por excelencia, el que no requiere explicación (y es por todos sabido que el movimiento circular tendrá que ser "explicado" por la nueva física, justamente con el recurso a una fuerza no inercial). La unificación de la física y de la astronomía, la grande e imperecedera conquista de Galileo, se producía sobre la base del concepto de *inercialidad de los movimientos circulares*. Sobre su grandiosa investigación física, gravitó en forma decisiva esa cosmología que se remontaba, milenios atrás, a los perfectísimos movimientos de las esferas y de los círculos celestes.

La tragedia de Galileo

Los adversarios de Galileo no necesitaron de muechos esfuerzos para convencer a Urbano VIII de que la "angelical doctrina"

puesta en boca de Simplicio en el *Diálogo,* indicaba la expresa voluntad, por parte de Galileo, de mofarse de la autoridad del Pontífice y de menoscabar su prestigio entre el público culto. El 1º de octubre de 1632 se intimó a Galileo a trasladarse a Roma y ponerse a disposición del Comisario general del Santo Oficio. Frente a las vacilaciones y a las tentativas que ensayó Galileo a fin de obtener dilaciones, la reacción que provocó fue sumamente áspera. El 1º de enero, el Inquisidor de Florencia recibió una carta durísima: "ha sido muy mal visto el que Galileo no haya obedecido inmediatamente el precepto que se le formuló de venir a Roma; y no debe él excusar su desobediencia con el pretexto de la estación, porque es por su culpa que se ha llegado a esta época; y además hace muy mal en buscar atenuantes fingiéndose enfermo . . . Si no obedece de inmediato se le enviará un Comisario con médicos para apresarlo, y conducirlo a las cárceles de este supremo Tribunal, atado incluso con hierros, puesto que lo que hasta aquí se ve es que ha abusado de la benignidad de esta Congregación".

El viaje a Roma duró veinticinco días, desde el 25 de enero hasta el 13 de febrero, con una larga detención en Ponte, Centina, a raíz de la cuarentena impuesta por la peste. Galileo, que no salía de casa ni recibía amigos, pudo permanecer, sin embargo, junto al embajador Nicolini, que lo había recibido con gran afecto. Por encima de las esperanzas y de las ilusiones de Galileo, Nicolini se daba perfecta cuenta de lo difícil que se había hecho la atmósfera en torno de él: "pretende defender muy bien sus opiniones, pero le he exhortado, con el objeto de poner término a todo esto lo más pronto posible, a no seguir sosteniéndolas y a someterse". El 12 de abril, postrado física y moralmente, Galileo se presenta ante el Santo Oficio. La acusación dirigida contra Galileo no era la de haber hecho publicar el *Diálogo,* sino de haber arrancado el *imprimatur* en forma fraudulenta sin tener presente al padre Riccardi, que lo había otorgado, ni la existencia del "precepto" de 1616 que le prohibía "enseñor o defender de cualquier modo" la doctrina de Copérnico.

Durante los interrogatorios, Galielo apela a la *notificación* de Bellarmino y al documento que el mismo Bellarmino le había dado inmediatamente después; afirma que no recuerda que le haya sido intimado ningún *precepto* en presencia de testigos; y concluye sosteniendo que el *Diálogo* tiene en realidad el objeto de demostrar que "las razones de Copérnico no son válidas ni concluyentes". Esta última frase, dictada por el miedo, puso a Galileo en manos de los jueces, y le privó de toda posibilidad de defensa. Para los asesores de la Inquisición fue muy fácil demostrar que Galileo trataba de engañar a sus jueces: "no sólo arma la opinión copernicana con argumentos nuevos, jamás propuestos por ningún ultramontano, sino que lo hace en italiano, lengua no adecuada, por cierto, para ultramontanos y doctos, pero la más indicada para arrastrar al vulgo ignorante entre el que el error hace presa con más facilidad . . . El autor sostiene haber discutido una hipótesis matemática, no obstante lo cual le confiere realidad física, cosa que los matemáticos no hacen nunca". Galileo modificó su tesis, pero en el memorial redactado en su defensa (10 de mayo), reafirmó con energía que los términos presentes en el acta de 1616 ("que siento están contenidos en el acta que se me hizo"), habían llegado a él "novísimos y como inauditos". Después de un mes, y tras un nuevo interrogatorio, se dictó la sentencia: "Decimos, pronunciamos, sentenciamos y declaramos que tú, Galileo, por las cosas deducidas en el proceso y

1. Galileo, anciano y ciego, con sus discípulos Torricelli y Viviani, fresco de L. Sabatelli, Florencia, Tribuna de Galileo (Scala).



1

por ti confesadas, te has hecho ante este Santo Oficio vehementemente sospechoso de herejía, es decir, de haber mantenido y creído doctrina falsa y contraria a las Sagradas y divinas Escrituras, según las cuales el sol es el centro de la tierra y no se mueve de oriente a occidente, y que la tierra se mueve y no es centro del mundo, y que se pueda tener y defender como probable una opinión después de haber sido definida y declarada contraria a la Sagrada Escritura; y consiguientemente has incurrido en todas las censuras y penas de los sagrados cánones y otras constituciones generales y particulares impuestas y promulgadas contra semejantes delincuentes. De las cuales nos sentimos contentos de que seas absuelto, con tal de que antes, con corazón sincero y fe no fingida, abjures ante nosotros, maldigas y detestes los dichos errores y herejías y cualquiera otro error y herejía contraria a la Católica y Apostólica Iglesia, en el modo y en la forma que por nosotros te serán indicados. Y a fin de que este grave y pernicioso error y trasgresión no quede completamente en la impunidad, y seas más cauto en el porvenir y ejemplo para que los demás se abstengan de semejantes delitos, ordenamos que por edicto público se prohiba el libro de los *Diálogos* de Galileo Galilei". El mismo día —era el 22 de junio— Galileo pronunció su abjuración. Esa condenación, que llevaba la firma de siete de los diez jueces intervinientes, no afectaba solamente a Galileo, no quebraba solamente sus ilusiones. También daba un golpe mortal a las esperanzas de todos cuantos, en el seno de la Iglesia, habían creído no tan sólo en la verdad de la nueva astronomía, sino también en la posibilidad de una Iglesia capaz de ejercer una función positiva en el mundo de la cultura.

En la historia de las ideas, el año 1633 figura como un año decisivo. Hay una carta escrita por Descartes al padre Mersenne pocos meses después de la condena (10 de enero de 1634) que sirve, mejor que cualquier otra consideración, para mostrar el sentido preciso de la situación en que muchos tuvieron que encontrarse y a la cual muchísimos también tuvieron que adaptarse. " Ha de saber sin duda que Galileo fue recientemente procesado por los inquisidores de la fe, y que su opinión concerniente al movimiento de la tierra ha sido condenada como herética. Debo decirle que todas las cosas que explicaba en mi tratado, entre las que está también ésta del movimiento de la tierra, dependen a tal punto las unas de las otras, que basta saber que una de ellas es falsa para caer en seguida en la cuenta de que todas las razones de que me he servido carecen de valor. Por más que piense que ellas están apoyadas en demostraciones muy ciertas y evidentes, no quisiera por nada del mundo sostenerlas contra la autoridad de la Iglesia. Bien sé que podría decirse que lo que los inquisidores de Roma han resuelto no es, por esto, artículo de fe incontinente, y que antes es necesaria la aprobación del Concilio. Pero no me siento tan enamorado de mis ideas como para querer servirme de estas excepciones a fin de mantenerlas. El deseo que tengo de vivir tranquilo y de continuar la vida que he comenzado, tomando como divisa *bene vixit, bene qui latuit* (bien vivió quien bien se ocultó) . . . hace que no deplore el haber perdido tiempo y fatiga, como las que he empleado en escribirlo". Diez años después, John Milton evocaba en la *Aeropagitica* su visita a Galileo (1639): "Estuve entre sus doctos, los cuales me envidiaban de haber nacido en un lugar, como Inglaterra, donde creían que reinaba la libertad de pensamiento, mientras que ellos se lamentaban por el estado de servidumbre a que se había reducido la ciencia en su patria: ésa era la razón por la cual el espíritu italiano, tan vivo, se había apagado, y por la cual, desde hacía muchos años, todo lo que se escribía no era más que adulación y banalidad".

Ya en las páginas del gran poeta inglés —acaso porque esa visita nunca fue realizada— Galileo se había convertido en un símbolo. Y el *mito* galileano pronto se sobrepondrá a la figura histórica de un hombre que, si bien no había jamás pretendido ser un nuevo Giordano Bruno, no fue tampoco —como lo representó Brecht— un científico dispuesto a dejarse atropellar por el poder, en nombre de una vida tranquila y de una investigación desinteresada.

Los últimos años

Galileo había sido condenado a cárcel formal. Pero obtuvo permiso, el 1º de julio de 1633, para trasladarse de Villa Médicis a Siena, cerca del Arbobispo Antonio Piccolomini, que no había dejado de serle fiel amigo. En el mes de diciembre, el infatigable Nicolini logró obtener autorización para que Galileo pudiera retirarse a su casa de Arcetri, a condición de que viviera "en retiro y sin admitir la presencia de muchas personas juntas, en discursos ni en las comidas". El 2 de abril del año siguiente, la muerte de su hija predilecta, Sor María Celeste, sume a Galileo en una "tristeza y melancolía inmensas". Desde fines del 37 le sobreviene una progresiva ceguera: "Señor mío, Galileo, vuestro querido amigo y servidor, se ha hecho de un mes a esta parte irreparablemente ciego".

"Piense V. S. —es Galileo mismo el que escribe a su amigo Diodati— en qué aflicción me encuentro, mientras voy considerando que ese cielo, ese mundo y ese universo que yo mismo con mis maravillosas observaciones y claras demostraciones había ampliado cien y mil veces más de lo comúnmente visto por los sabios de todos los siglos pasados, para mí ahora se ha reducido tanto y restringido al punto de que no es mayor que lo que ocupa mi propia persona". Finalmente, se permitió que Galileo se trasladara a Florencia, con la orden expresa de no salir de la ciudad y de no "entrar a discurrir con quien quiera que fuera acerca de su condenada doctrina". Por un decreto especial se le permitió concurrir a misa en una iglesia próxima a su casa sobre la costa de San Jorge, "en horas proporcionadas y con poco aparato de acompañamiento".

En 1638, en Leyden, Holanda, aparecían los *Discursos* en cuya redacción Galileo había trabajado desde la época de su permanencia en Siena. Los tres interlocutores del *Diálogo* aparecían nuevamente y discutían en torno a "dos enteras ciencias completamente nuevas y demostradas por sus principios y elementos, de modo que, al igual que los otros elementos matemáticos, abren las puertas a campos vastísimos, llenos de infinitas y admirables conclusiones". Junto al afectuoso Viviani, y al más amado y joven de sus discípulos, Torricelli, Galileo encuentra a menudo las antiguas energías, y sigue escribiendo cartas a sus partidarios, afrontando problemas, polemizando, en algunas ocasiones con inalterado vigor, con los exponentes del aristotelismo. El 15 de noviembre de 1641 el bibliotecario del príncipe Lorenzo lo encuentra en la cama, afligido por males que "me parece tienen que hacer temer por su vida". Y sin embargo, Galileo conversa "con la misma franqueza que tenía fuera de la cama, y me dijo que sentía una gran satisfacción por el nuevo matemático Torricelli, y que había experimentado enorme placer al sentir confrontar nuevas demostraciones entre él y Viviani". El 8 de enero de 1642, a las cuatro de la madrugada, esos ojos ya ciegos, que por primera vez en la historia del mundo habían visto el paisaje de la Luna y habían contemplado las nuevas estrellas, se cerraban para siempre. Para no "escandalizar a los buenos" no se quiso que se construyera un "augusto y suntuoso depósito" para los despojos mortales de Galileo. No estaba bien —escribió el sobrino del pontífice— "construir mausoleos para el cadáver de quien había sido condenado en el Tribunal de la Santa Inquisición, y había muerto mientras duraba la penitencia".

Bibliografía

Existe una edición en italiano de la *Opera*, al cuidado de A. Favaro, que fue publicada en 19 volúmenes por la editorial Barbera de Florencia (1890-1909). Fue reimpresa en 1929-39 y actualmente está en curso de publicación una edición fotostática.

E. A. Burtt, *The metaphysical foundations of modern pysical science*, Londres, 1950; A. R. Hall, *The scientific revolution*, Londres, 1954; H. Butterfield, *Los orígenes de la ciencia moderna*, Montevideo, Taurus; A. C. Crombie, *Histoire des sciences*, París, 1959; M. Boas, *The scientific renaissance*, Londres, 1962; A. R. Hall, *From Galileo to Newton*, Londres, 1963.

El fascículo Nº 38 de

LOS HOMBRES de la historia

la Historia Universal
a través de
sus protagonistas

contiene la biografía
completa e ilustrada de

Franklin

Portavoz de los fermentos y aspiraciones del Nuevo Mundo que por primera vez, se asoma como protagonista al escenario de la historia



¡Un momento apasionante
de la historia
que usted debe conocer!



Pronto Usted podrá canjear sus fascículos de Los hombres de la historia por magníficos tomos encuadernados

ERRATAS DE COMPAGINACION

EN EL FASCICULO 34, ABELARDO, EL TEXTO DE LA PAGINA 128 CORRESPONDE A LA PAGINA 132. DEL MISMO MODO, EL TEXTO DE LA PAGINA 132, CORRESPONDE A LA PAGINA 128.

PROXIMAMENTE APARECERA

El mundo contemporáneo

VOLUMEN 1

Se trata de un extraordinario volumen de 272 páginas, lujosamente encuadernado, con títulos sobreimpresos en oro y sobrecubiertas a todo color, que contiene una gran cronología de los hechos fundamentales del siglo XX (1900-1945) y las primeras ocho biografías de Los Hombres de este período: Churchill, Einstein, Lenin, Gandhi, Hitler, García Lorca, Stalin y Picasso.

Ud. recibirá este volumen y las ocho láminas sueltas del Atlas Iconográfico de la Historia Universal que le pertenecen entregando los ocho fascículos correspondientes de Los Hombres (Nos. 2, 5, 6, 9, 11, 14, 18 y 23) en perfecto estado y una reducida suma en efectivo.

¡Son volúmenes de gran calidad en su contenido y en su presentación, que se destacan en la más exigente biblioteca! El precio normal en plaza de un volumen de características análogas a las de éste es de cuatro a seis veces mayor que el que a Ud. le habrá costado en total.

Si le falta alguno de los fascículos incluidos en el volumen, Ud. podrá adquirirlo sin recargo.

Si las tapas de algún fascículo están deterioradas, pero sus páginas interiores se encuentran en perfecto estado, recibirá el volumen sin las láminas sueltas del Atlas.

Si las páginas interiores de algún fascículo están deterioradas, y Ud. quiere utilizarlo, a los treinta días se le entregará el volumen encuadernado con los fascículos que Ud. entregue.

Después de El mundo contemporáneo (volumen 1) irán apareciendo: El siglo XIX: Las revoluciones nacionales, El siglo XIX: La revolución industrial y los demás volúmenes.

¡Esta es una oferta excepcional! Conserve y coleccione en perfecto estado los fascículos de Los hombres de la historia.

Cada semana una biografía completa para formar la más lujosa, moderna e ilustrada Biblioteca de Historia Universal a través de sus protagonistas.

Precio de venta

Publicación semanal

ARGENTINA: $ 120.-
BOLIVIA:
COLOMBIA: $ 7.-
COSTA RICA:
CUBA:
CHILE:
REP. DOMINICANA:
ECUADOR:
EL SALVADOR:
ESPAÑA:
GUATEMALA:
HONDURAS:
MEXICO:
NICARAGUA:
PANAMA:
PARAGUAY:
PERU:
PUERTO RICO:
URUGUAY: $ 90
VENEZUELA: Bs. 2.50